



Глобальная климатическая угроза и экономика России: в поисках особого пути



Май 2020

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

АВТОРЫ



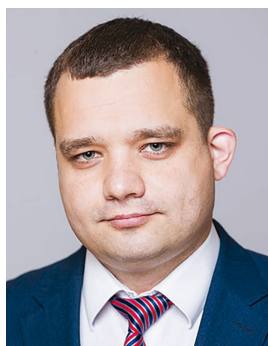
Татьяна Митрова

Директор Центра энергетики
Московской школы управления СКОЛКОВО



Алексей Хохлов

Руководитель направления «Электроэнергетика»,
Центр энергетики Московской школы
управления СКОЛКОВО



Юрий Мельников

Старший аналитик,
Центр энергетики Московской школы
управления СКОЛКОВО



Анастасия Пердеро

Менеджер проекта Internet of Energy,
Центр энергетики Московской школы
управления СКОЛКОВО

**Марина Мельникова**

Слушательница Международной энергетической летней школы СКОЛКОВО-2019

**Евгений Залюбовский**

Младший аналитик,
Центр энергетики Московской школы
управления СКОЛКОВО

Авторы благодарят за рецензирование текста и ценные советы

- **Анну Романовскую**
(Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля),
- **Александра Чернокульского**
(Институт физики атмосферы РАН),
- **Станислава Кутузова**
(Институт географии РАН),
- **Игоря Макарова**
(НИУ Высшая школа экономики),
- **Михаила Юлкина**
(Центр экологических инвестиций).

Замечания и предложения к тексту документа можно направлять по адресу energy@skolkovo.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ОТ АВТОРОВ	5
РЕЗЮМЕ	6
ГЛОБАЛЬНАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ УГРОЗА:	
ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ	9
Климат, температура и парниковый эффект.....	9
Вулканы, болота или антропогенный фактор?.....	14
В чем состоит угроза.....	16
ОТВЕТ НА ВЫЗОВ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ:	
ГОСУДАРСТВА, БИЗНЕС, ПОТРЕБИТЕЛИ	22
Международное климатическое регулирование.....	22
Потребительское поведение.....	31
«Зеленые» политические движения.....	32
Предпочтения инвесторов.....	33
Трансформация бизнес-моделей компаний энергетического сектора.....	36
КЛИМАТ И РОССИЯ: ОСНОВНЫЕ ВЫЗОВЫ И РАЗВИЛКИ	
Изменение климата в России: физические последствия.....	39
Климатическое регулирование в России: государства, города и бизнес.....	45
Риски для российского экспорта.....	50
Возможные варианты реагирования.....	55
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ	62

ПРЕДИСЛОВИЕ ОТ АВТОРОВ

Исследование, которое предлагается вашему вниманию, в основном было написано в январе-феврале 2020 г. Коронакризис и катастрофа на мировом нефтяном рынке, которые разыгрались в марте, с одной стороны, несколько сместили фокус общественного внимания с глобальных климатических проблем на защиту здоровья и жизни людей. С другой же стороны, они показали на примере масштабность и реальность понятия "глобальная угроза" и способность человечества, отдельных стран или даже людей на нее адекватно реагировать. Внезапно оказалось, что "черные лебеди" существуют, а маловероятные события происходят и формируют новую реальность. Риск недооценки климатической угрозы в том, что за ней может скрываться целая стая таких "черных лебедей" - как в гуманитарной сфере, так и в экономике. Если читатели, ознакомившись с этим исследованием, станут более осознанно относиться к этой проблеме, освободятся от мифов и постараются что-то изменить, авторы сочтут свою задачу выполненной.

РЕЗЮМЕ

Современная научная теория глобального изменения климата развивается несколько десятилетий. К настоящему времени установлено, что увеличение средней температуры поверхности Земли (рост на $0,8^{\circ}\text{C}$ с середины XX в.) сопровождается таянием ледников, поднятием уровня мирового океана, окислением и нагреванием морской воды. За последние полторы тысячи лет человечество еще не знало такого повышения температуры поверхности Земли, какое наблюдается в наши дни. Установленная причина этих процессов — усиление парникового эффекта из-за роста концентрации CO_2 в атмосфере вследствие деятельности человека (прежде всего — использования ископаемых топлив в энергетическом секторе). Эта причинно-следственная связь — предмет консенсуса ученых-климатологов по всему миру (включая Россию).

Глобальное изменение климата уже в наши дни приводит к разнообразным физическим, социально-экономическим и гуманитарным последствиям. Страховые компании фиксируют устойчивый рост количества природных катастроф и неблагоприятных событий - наводнений, ураганов, тепловых волн, града, засух, природных пожаров. Общий нанесенный ими ущерб с 1980-х гг. превышает \$5 трлн. Последствия потепления на 5°C к концу XXI века оцениваются как катастрофические — и для здоровья и жизни населения планеты, и для мировой экономики.

Озабоченность климатической угрозой от научного сообщества постепенно передается политикам, инвесторам, общественным деятелям и обычным гражданам по всему миру. По состоянию на февраль 2020 г., 189 государств присоединились к Парижскому соглашению, которое нацелено на удержание прироста средней температуры на уровне существенно ниже 2°C , а в идеале не выше $1,5^{\circ}\text{C}$, повышение способности адаптации к последствиям изменения климата и переход на низкоуглеродное развитие. Участники соглашения добровольно ставят перед собой амбициозные цели по сокращению нетто-выбросов CO_2 в атмосферу: по состоянию на сентябрь 2019 г., 65 стран и Европейский Союз заявили о стремлении к углеродной нейтральности к 2050 г. Многие из них либо уже запустили систему торговли выбросами CO_2 или другие формы цены на углерод и «углеродных сборов», либо планируют это сделать в ближайшем будущем.

Углеродный след постепенно становится важной характеристикой товаров и услуг. Продажи компаний, имеющих экологические обязательства и программы устойчивого развития, растут быстрее, чем у конкурентов.

Государства планируют введение пограничного углеродного регулирования (например, Border Carbon Tax в Евросоюзе).

Инвесторы по всему миру реагируют на эти действия и настроения, отказываясь от финансирования секторов, связанных с ископаемым топливом. Нефтегазовые и электроэнергетические компании активно реструктурируют активы в пользу низкоуглеродных проектов, а также наращивают инвестиции в возобновляемую энергетику, биотопливо, улавливание CO₂, повышение энергоэффективности, водородные технологии.

Эти глобальные тренды уже в полной мере затрагивают и Российскую Федерацию. Глобальная климатическая угроза для России даже более актуальна, чем для многих других стран — на территории страны в последние 40 лет потепление климата происходило в 2,5 раза быстрее, чем в среднем по планете (а в российской части Арктики — в 4,5 раза быстрее). Изменение климата в России уже создает угрозу здоровью и жизни людей, провоцирует вынужденную миграцию, угрожает продовольственной безопасности и создает угрозу инфраструктуре.

В то же время, в России проблема изменения климата не относится к числу приоритетов государственной политики как на федеральном, так и на региональном уровнях. Со стороны корпораций интерес к уменьшению углеродного следа постепенно растет — но, в первую очередь, под воздействием европейских акционеров и инвесторов.

В настоящий момент климатическое регулирование находится в ранней стадии становления. В интенсивном сценарии проекта стратегии низкоуглеродного развития России заложена цель по снижению выбросов парниковых газов к 2050 г. до 52% от уровня 1990 г., что не выглядит амбициозно на фоне стран-лидеров, стремящихся к климатической нейтральности (нетто-нулевым выбросам парниковых газов). При этом в базовом сценарии запуск системы торговли выбросами CO₂ не планируется. Вместе с тем, у страны есть потенциал сокращения выбросов парниковых газов до уровня углеродной нейтральности и даже ниже за счет, например, повышения энергоэффективности, раскрытия потенциала ВИЭ, увеличения поглощения на управляемых землях и др.

Вне зависимости от целей и исполнения обязательств России по сокращению выбросов на ее территории, климатическая повестка создает долгосрочную угрозу российскому экспорту в отношении основных товаров — нефти, нефтепродуктов, угля, природного газа, металлов, продуктов лесной и химической промышленности. Без специальных мер реагирования

это может привести к долгосрочному ограничению роста российской экономики.

Реакция России на климатическую угрозу может зависеть от темпа глобального реагирования на изменение климата и отношения российского общества и государства к этой проблеме. Основной выбор возникает между двумя крайними сценариями - «Продолжение текущей политики» и «Глобальное климатическое единство».

Риски есть в обоих сценариях. Продолжение текущей политики увеличивает негативное влияние изменения климата, и в перспективе это может привести к труднопредсказуемым последствиям, надежная и комплексная оценка которых в России отсутствует. Национальной экономике угрожает ограничение роста ВВП из-за снижения спроса на товары российского экспорта. При наложении этих двух рисков ограничиваются возможности для дорогостоящей адаптации к изменениям климата и ликвидации последствий катастроф.

В сценарии «Глобальное климатическое единство» изменение климата замедляется за счет всеобщих активных мер по сокращению выбросов парниковых газов. При этом в России возникает риск потери текущих рынков сбыта и падения выручки базовых отраслей экономики, а также налоговых поступлений в бюджет. Неизбежен рост стоимости тепловой и электрической энергии. В то же время, ускоренный переход на низкоуглеродную модель развития экономики диверсифицирует экономику и создаст стимулы для развития инноваций.

Риски сценария «Продолжение текущей политики» оказываются существенно выше и в перспективе ведут к разрушению экономики страны, поэтому движение к второму сценарию представляется более разумным ответом России на климатическую угрозу, чем дискуссии о причинах изменения климата.

Создание государственной системы климатического мониторинга, перезапуск программы повышения энергоэффективности (и других направлений сокращения выбросов парниковых газов), развитие безуглеродного экспорта (например, на основе водорода), увеличение поглощения CO₂ на управляемых землях - первоочередные шаги, которые смогут продвинуть страну в направлении низкоуглеродного развития.

В любом случае, без изменения отношения к климатической угрозе со стороны российской власти и общества движение по этому пути будет медленным и болезненным. Однако времени на это остается не так много.

ГЛОБАЛЬНАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ УГРОЗА: ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ

Современная научная теория глобального изменения климата развивается несколько десятилетий, опубликованы десятки тысяч научных статей. В этой главе авторы попытались, насколько это возможно, кратко и упрощенно изложить основные факты этой теории. Для более подробного ознакомления с ней авторы рекомендуют обратиться к источникам, перечисленным на стр. 62.

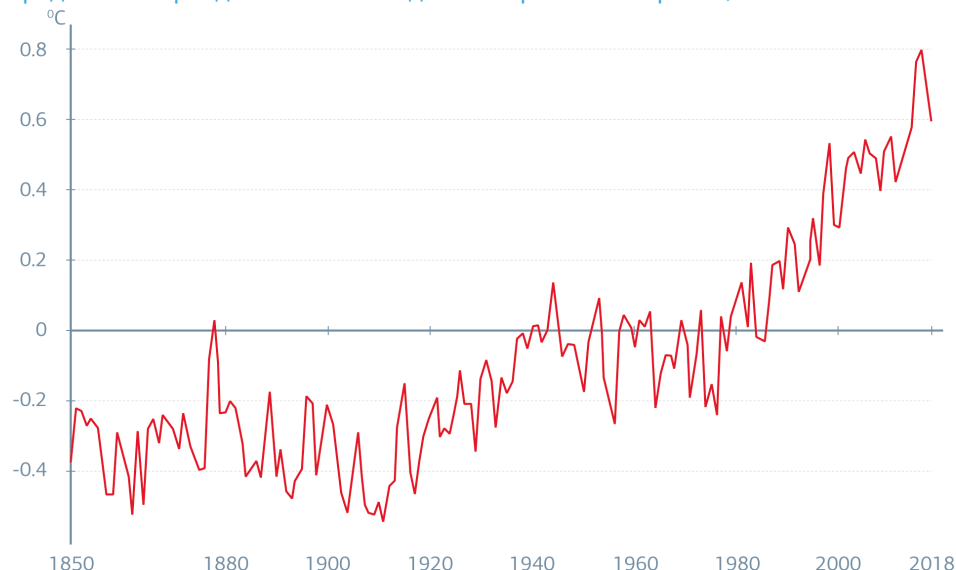
Климат, температура и парниковый эффект

Под климатом понимают совокупность всех условий погоды в данной местности за период в несколько десятков лет. Изменение климата — это отклонение его параметров от многолетних значений (за период времени от трёх десятилетий¹ до миллионов лет).

Изменение погоды еще не означает изменения климата — для этого нужны многолетние устойчивые изменения, которые регистрируют, следя за одним из основных параметров климата — температурой.

Инструментальные измерения с конца XIX века демонстрируют тренд на увеличение температуры поверхности Земли (рис. 1): с 1850 до 2019 гг. она выросла на 1,2°C (в том числе с середины XX века — на 0,8°C).

Рисунок 1 Отклонение среднегодовой температуры земной поверхности от средней за период 1961-1990 по данным прямых измерений, °C



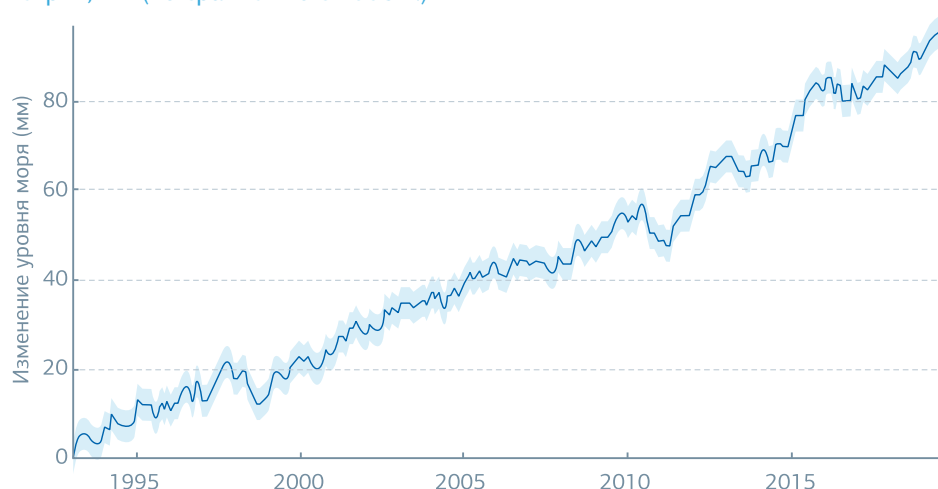
Источник: Hadley Centre (HadCRUT4)²

¹ http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/GCDS_1.php

² <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

Параллельно с ростом температуры сокращается совокупная масса ледников³, повышается уровень мирового океана (на 3,3 мм ежегодно по данным спутниковой альтиметрии с начала 1990х и ранее по данным океанографии⁴), при этом вода в океане постепенно окисляется и нагревается — эти изменения также регистрируются приборами. С 1995 г. уровень мирового океана вырос на 8 см (рис. 2). Только за 2018 г. теплосодержание океана до глубины 2000 м выросло на 25 зетаджоулей⁵, в 42 раза больше, чем суммарное мировое энергопотребление в 2017 г. от всех источников (по данным МЭА), - и этот рост продолжается почти непрерывно как минимум с 1950 г.

Рисунок 2 Изменение уровня мирового океана по данным спутниковой альтиметрии, мм (по сравнению с 1993 г.)



Источник: NASA⁶

Таким образом, изменение климата в XX-XXI веке по сравнению с доиндустриальным периодом не поддается сомнению. Для сопоставления нынешнего роста температуры с аналогичными процессами в истории Земли ученые используют несколько независимых методов, которыми довольно точно «реконструируют» среднюю температуру в прошлом. Один из этих методов — изотопный анализ ледниковых кернов.

Методы, используемые учёными в разных странах, приводят к похожим выводам — температура в истории Земли менялась неоднократно. Эти изменения за последние 2,6 млн лет носили, в основном, циклический характер с периодами колебаний 41 тыс. и 100 тыс. лет, связанными с регулярными

³ Измерение с 1946 г. массовых балансов более 300 горных ледников и небольших ледяных куполов (без учета Антарктиды и Гренландии) показывает, что их таяние вызвало до 30% повышения уровня мирового океана в XX в. Подробнее см. Glacier Mass Balance and Regime: Data of Measurements and Analysis / M. Dyurgerov, Institute of Arctic and Alpine Research. University of Colorado, Boulder, Colorado, USA — 2002.

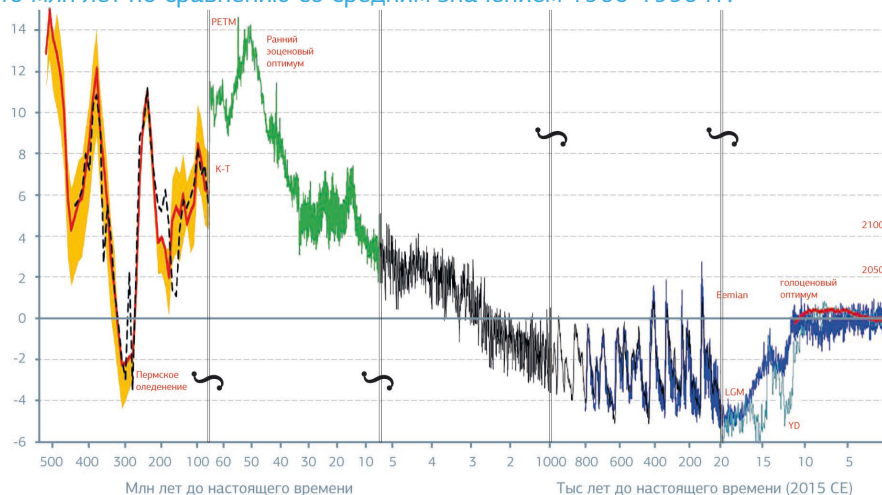
⁴ Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States / National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services (NOAA). Maryland, USA — January 2017.

⁵ Cheng, L., and Coauthors, 2020: Record-setting ocean warmth continued in 2019. Adv. Atmos. Sci., 37(2), 137–142

⁶ <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>

изменениями параметров орбиты Земли и количества приходящей солнечной радиации⁷. Последние 12 тыс. лет (то есть в течение всей известной нам истории человечества) температура на планете была относительно стабильной. (рис. 3).

Рисунок 3 Оценка изменения температуры земной поверхности на горизонте 540 млн лет по сравнению со средним значением 1960-1990 гг.



Источник: Fergus. Global average temperature estimates for the last 540 My⁸

За последние полторы тысячи лет человечество еще не знало такого повышения температуры поверхности Земли, которое наблюдается в наши дни⁹.

Текущий период ускоренного роста температуры не попадает на пики циклов солнечной активности, не может быть объяснен какими-либо известными астрономическими или геологическими факторами¹⁰. Доля солнечного излучения, воспринимаемого Землей, с середины XX века не только не растет, но даже незначительно снижается, тогда как температура земной поверхности продолжает интенсивно увеличиваться (рис. 4).

Температура в различных частях земного шара меняется по-разному: с 1979 г. температура над сушей растет в два раза быстрее, чем над океаном¹¹. Северное полушарие нагревается сильнее, чем Южное, в том числе, из-за разного соотношения суши и океана, а также сложившихся океанических течений (рис. 5).

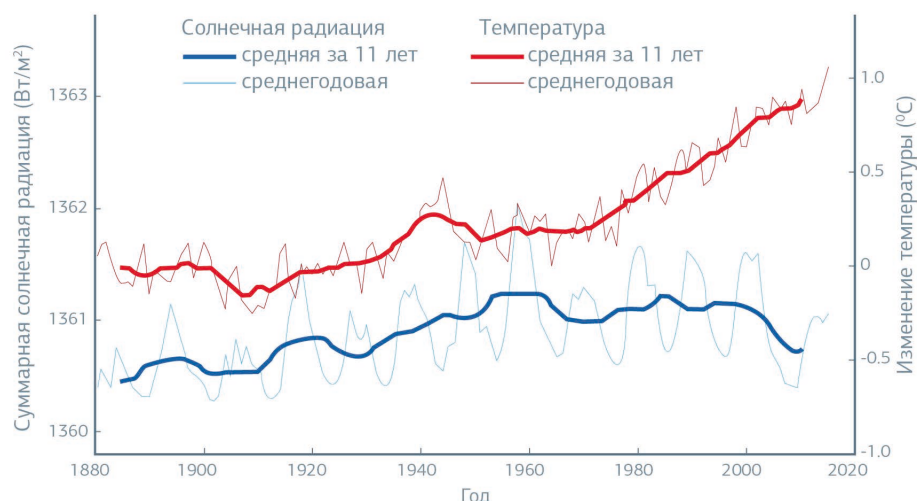
⁷ Циклы Миланковича — подробнее см. <https://meteoinfo.ru/about/glossary/4654-2012-02-11-12-46-33>

⁸ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:All_palaeotemps.png

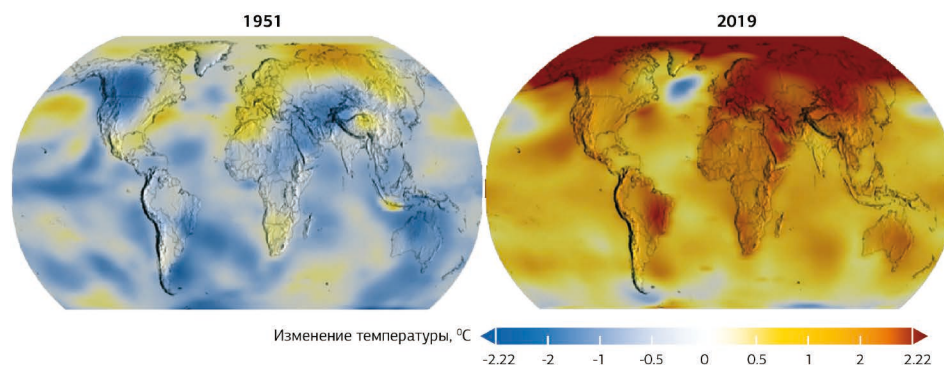
⁹ A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years. / Shaun A. Marcott, Jeremy D. Shakun, Peter U. Clark and Alan C. Mix. DOI: 10.1126/science.1228026, Science 339 (6124), 1198-1201. March 2013.

¹⁰ Среди таких факторов — колебания орбиты и наклона оси Земли.

¹¹ Hartmann, D.L. et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC [Stocker, T.F. et al (eds.)]. Cambridge University Press, UK, NY, USA.

Рисунок 4 Изменение температуры Земли и солнечной радиации

Источник: NASA, World Radiation Centre¹², Krivova et al. (2009)¹³

Рисунок 5 Отклонение температур по земному шару от средней температуры за 1951–1980 гг.

Источник: NASA¹⁴

Устойчивый рост температуры свидетельствует о том, что тепловой баланс планеты меняется. Установленная причина повышения температуры Земли (с вероятностью до 99.9999%¹⁵) — усиление парникового эффекта земной атмосферы¹⁶, то есть уменьшение отдачи теплоты (через тепловое излучение) в космос и, соответственно, удержание большего количества тепла около земной поверхности.

Парниковый эффект был открыт и подробно описан в XIX веке. Он связан с повышением температуры нижних слоёв атмосферы планеты за счет переотражения теплового излучения (радиации) так называемыми парниковыми газами, основные из которых — водяной пар (H_2O), углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), озон (O_3) и закись азота (N_2O). Каждый

¹² <https://www.pmodwrc.ch/en/institute/pmod-wrc/>

¹³ Krivova, N. A., S. K. Solanki, T. Wenzler, and B. Podlipnik (2009), Reconstruction of solar UV irradiance since 1974, J. Geophys. Res., 114, D00I04, doi:10.1029/2009JD012375.

¹⁴ <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>

¹⁵ <https://www.reuters.com/article/uk-climatechange-temperatures/evidence-for-man-made-global-warming-hits-gold-standard-scientists-idUKKCN1QE1ZW>

¹⁶ IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch/sr15/about/foreword/>

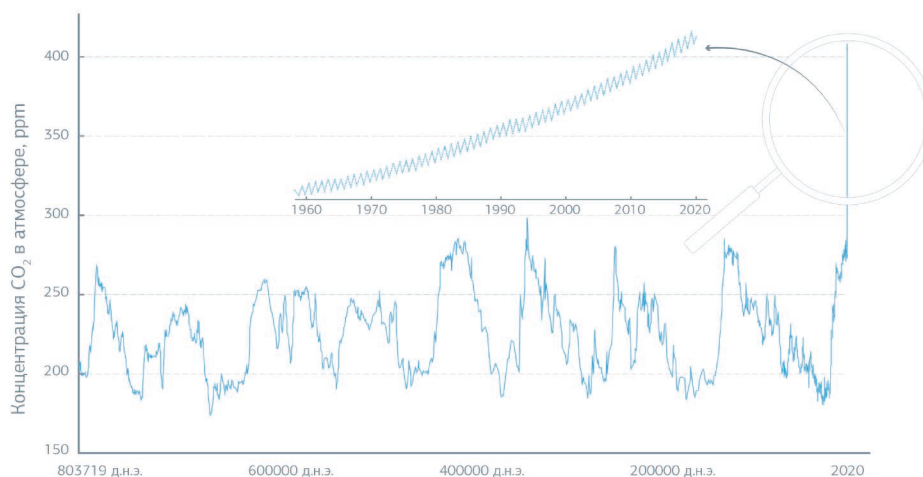
газ имеет свою характеристику вклада в парниковый эффект, «время жизни»¹⁷ в атмосфере и свои темпы изменения концентрации.

Без парникового эффекта температура поверхности Земли в наши дни составляла бы -18°C вместо существующих $+15^{\circ}\text{C}$.

Наибольший вклад (порядка 60%) в парниковый эффект вносит водяной пар. Однако, водяной пар сам по себе не контролирует температуру Земли, а напротив, его концентрация зависит от этой температуры. Если бы не происходило изменения концентрации других парниковых газов, количество водяного пара в атмосфере оставалось бы неизменным.

Второй по значимости парниковый газ - CO_2 . Его концентрация на несколько порядков превышает концентрацию других газов (кроме водяного пара), а время жизни в атмосфере - несколько столетий (для сравнения - водяной пар «живет» в атмосфере не более 10 дней). Рост концентрации углекислого газа приводит к увеличению плотности и влагоемкости воздуха, увеличивая содержание водяного пара (и тем самым дополнительно усиливая парниковый эффект). Углекислый газ имеет свойство эффективного равномерного перемешивания в атмосфере — поэтому парниковый эффект действует почти однородно по всей планете.¹⁸

Рисунок 6 Концентрация CO_2 в атмосфере, ppm



Источник: Scripps Institution of Oceanography, UC San Diego¹⁹, NOAA²⁰

¹⁷ Под временем жизни здесь и далее подразумевается время релаксации концентрации (то есть время, за которое исчезнет возмущение концентрации от начального состояния).

¹⁸ В этом принципиальное отличие парникового эффекта от действия других загрязнителей воздуха (пыли, золы, оксидов азота или серы), которое носит ярко выраженный локальный характер

¹⁹ <https://scrippsco2.ucsd.edu/>

²⁰ Lüthi, D. 2008. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present. Nature, Vol. 453, pp. 379-382, 15 May 2008. URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/study/6091>

Концентрацию CO_2 в атмосфере в исторические периоды можно определить довольно точно, измерив концентрацию углекислого газа в пузырьках воздуха ледяных кернов Гренландии и Антарктиды. Анализ полученных данных (рис. 6) показывает, что на протяжении 800 тыс. лет концентрация CO_2 на планете составляла в среднем 260 ppm и колебалась в пределах от 170 до 300 ppm. По другим косвенным данным установлено, что концентрация CO_2 также была ниже 300 ppm на протяжении 2,6 млн лет. С середины XX века она выросла с 310 до 416 ppm (на февраль 2020 г.).

Концентрация метана тоже устойчиво растет — по данным GML NOAA²¹, с 1985 г. рост составил около 14% (до 1875 частей на миллиард в 2019). Источники антропогенных эмиссий метана (примерно 60% от общих эмиссий) — сельское хозяйство, использование ископаемого топлива (в том числе добыча, транспортировка и сжигание), мусорные полигоны, сточные воды. Естественные источники — заболоченные территории, озера, океан, дикие животные, термиты, природные пожары, вечная мерзлота, метангидраты²² и др. Метан в вечной мерзлоте содержится в составе воздуха во вмороженных в лед пузырьках, а также в виде метангидратов. Метан может образовываться при гниении оттаивающей в мерзлоте биомассы.

Вулканы, болота или антропогенный фактор?

Рост концентрации парниковых газов приводит к усилению парникового эффекта и изменяет тепловой баланс Земли. Причины роста концентрации парниковых газов и, в частности, CO_2 разделяют на естественные (вулканические извержения, лесные пожары, дыхание живых организмов, гниение биомассы и др.) и антропогенные (выбросы при сжигании ископаемого топлива, производстве цемента, высвобождаемые из запасов углерода в древесине при вырубке лесов, а также уменьшение поглощения CO_2 из-за сокращения площади лесов и пр.).

Антропогенные выбросы парниковых газов выросли с 1950 г. в 3,4 раза (рис. 7), что происходило на фоне глобального экономического роста — численность населения возросла примерно в 3 раза,²³ мировая экономика — в 18 раз,²⁴ потребление энергии — в 5 раз, потребление природных

²¹ https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends_ch4/

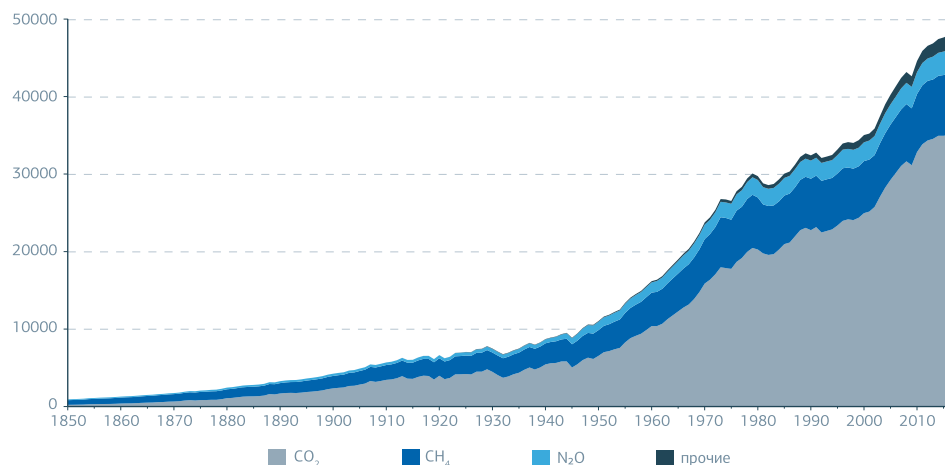
²² Метангидраты — твердые химические соединения метана с водой, устойчивые только в определенном диапазоне низких температур и высоких давлений.

²³ Источники: ООН, Департамент по экономическим и социальным вопросам, Отдел народонаселения (2019). World Population Prospects 2019; Historical Estimates of World Population - Census.gov (median estimate)

²⁴ Источники: Geiger, Tobias; Frieler, Katja (2018): Continuous national Gross Domestic Product (GDP) time series for 195 countries: past observations (1850-2005) harmonized with future projections according the Shared Socio-economic Pathways (2006-2100). V. 2.0. GFZ Data Services. <http://doi.org/10.5880/pik.2018.010>; World Bank DataBan

ресурсов — в 10 раз. Основной рост выбросов пришелся на углекислый газ, метан и закись азота; в первую очередь это выбросы CO₂ в энергетическом секторе, выросшие в 4,4 раза с 1950 г.

Рисунок 7 Исторические антропогенные выбросы различных видов парниковых газов в мире, млн. т CO₂-экв. в год



Источник: Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО на основе PRIMAP-hist v2.1²⁵

Обычно естественные источники CO₂ находятся в равновесии с его естественными «поглотителями» и резервуарами - океанами, растениями, болотами — в рамках так называемого «углеродного цикла». Дополнительные антропогенные выбросы нарушают этот баланс.

На антропогенные источники приходится чуть более 10% от суммарных объемов выбросов CO₂, циркулирующих в атмосфере (рис. 8). Около половины этих антропогенных эмиссий CO₂ поглощается океаном и наземными экосистемами, но вторая половина CO₂ попадает в атмосферу — и этого небольшого «вклада» хватает для накопления CO₂.

Вулканические выбросы эквивалентны в среднем не более чем 1% от всех антропогенных выбросов в течение года и уравниваются растениями и океанами.

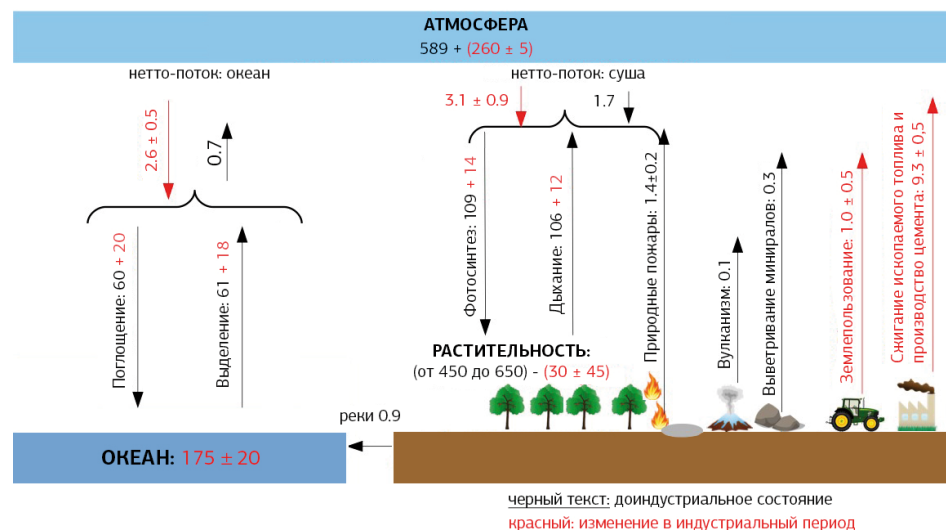
Таким образом, наблюдаемое глобальное изменение климата происходит из-за роста концентрации CO₂ в атмосфере и определяется, в первую очередь, антропогенными причинами²⁶. Эта причинно-следственная связь — предмет почти полного консенсуса ученых-климатологов по всему

²⁵ Gütschow, J.; Jeffery, L.; Gieseke, R.; Günther, A. (2019): The PRIMAP-hist national historical emissions time series v2.1 (1850-2017). GFZ Data Services. <<https://doi.org/10.5880/pik.2019.018>>; сценарий приоритета страновой отчетности (HISTCR), данные с экстраполяцией. Объемы выбросов сконвертированы в млн т CO₂-экв. на основе коэффициентов GWP из 4-го Оценочного доклада МГЭИК (AR4, 2007).

²⁶ О росте концентрации CO₂ по причине антропогенных выбросов свидетельствует также эффект Зюсса — рост содержания в атмосфере изотопа углерода ¹³C, связанного со сжиганием органического топлива. Подробнее см.: Köhler, P. (2017): Using the Suess effect on the stable carbon isotope to distinguish the future from the past in radiocarbon, 5th PAGES-OSM Meeting, Zaragoza, Spain, 9 May 2017 - 13 May 2017.

миру: целый ряд обзоров последних лет, основанных на анализе десятков тысяч научных публикаций в реферируемых журналах, демонстрирует согласие 97-100% ученых с этим утверждением²⁷.

Рисунок 8 Упрощенный баланс углерода в атмосфере, млрд тонн в год



Источник: А.В. Елисеев, Институт физики атмосферы РАН²⁸

В России все крупные научные организации, которые занимаются соответствующими фундаментальными исследованиями, придерживаются той же позиции. Среди них Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля, Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Главная Геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Институт географии РАН и ряд других организаций.

В чем состоит угроза

Глобальное изменение климата уже в наши дни приводит к разнообразным физическим, социально-экономическим и гуманитарным последствиям. Всемирная метеорологическая организация²⁹ к ключевым усиливающимся негативным явлениям относит такие, как:

- наводнения (35 млн человек пострадали в 2018 г.);
- окисление мирового океана и уменьшение содержания кислорода (особенно в полузакрытых морях, лиманах);
- гибель людей из-за волн жары (1.6 тыс. человек в 2018 г. в США, Европе и Японии, 70 тыс. человек в Европе в 2003 г.);

²⁷ Scientists Reach 100% Consensus on Anthropogenic Global Warming / J. Powell. National Physical Science Consortium, Los Angeles, CA, USA // <https://doi.org/10.1177/0270467619886266,20November%202019>

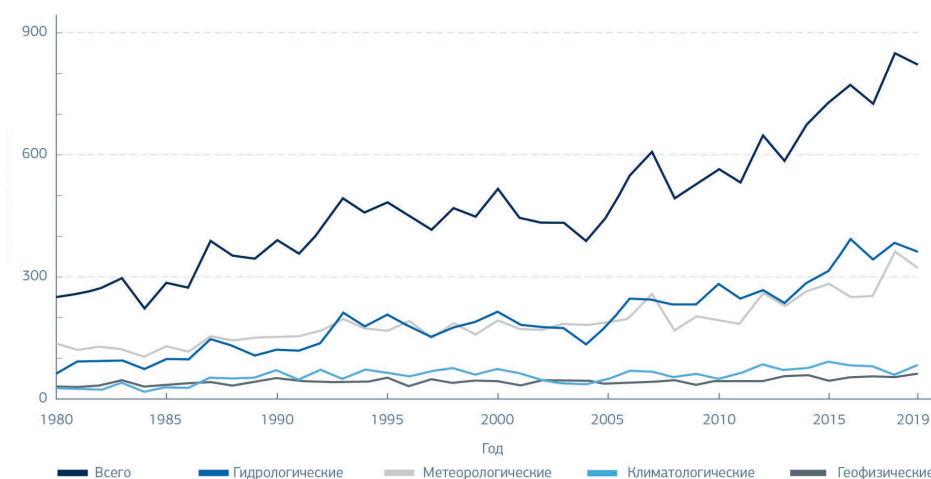
²⁸ Глобальный цикл CO₂: основные процессы и взаимодействие с климатом / Елисеев А.В., ИФА РАН, Приволжский федеральный университет. // Фундаментальная и прикладная климатология, №4. — 2017.

²⁹ WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018 / World Meteorological Organization. Geneva, 2019.

- разрушение экосистем болот и торфяников;
- вынужденная миграция (около 2 млн чел. покинули свои жилища из-за погодных катастроф в 2018 г.);
- риски уменьшения продовольственной безопасности (около 821 млн чел. оказалось к 2018 г. в зоне риска голода из-за засух и ураганов, прошедших в предыдущие годы).

Страховые компании фиксируют рост количества природных катастроф и неблагоприятных событий: примерно в 2,5 раза с начала 1980-х гг. (рис. 9) в основном за счет событий метеорологического и гидрологического характера (наводнений, ураганов, тепловых волн, града, засухи и др.). Общий нанесенный ими ущерб с 1980-х гг. превышает \$5 трлн., и величина этого ущерба год от года растет вслед за ростом числа событий.

Рисунок 9 Количество природных катастроф и неблагоприятных событий



Источник: MunichRe³⁰

Страховая компания Allianz в январе 2020 г. выпустила 9-й ежегодный рейтинг рисков (Allianz Risk Barometer 2020), основанный на опросе более 2700 экспертов из 100 стран мира. Климатические риски в этом выпуске впервые достигли 7-й строчки — компании опасаются как физических потерь от климатических изменений, связанных с разрушением и обесцениванием их активов, цепочек поставок и др., так и долгосрочных рисков изменения потребительского поведения и регуляторной среды³¹.

Еще большую озабоченность вызывают прогнозы дальнейшего изменения климата — ведь концентрация CO₂ продолжает расти вместе с антропогенными выбросами.

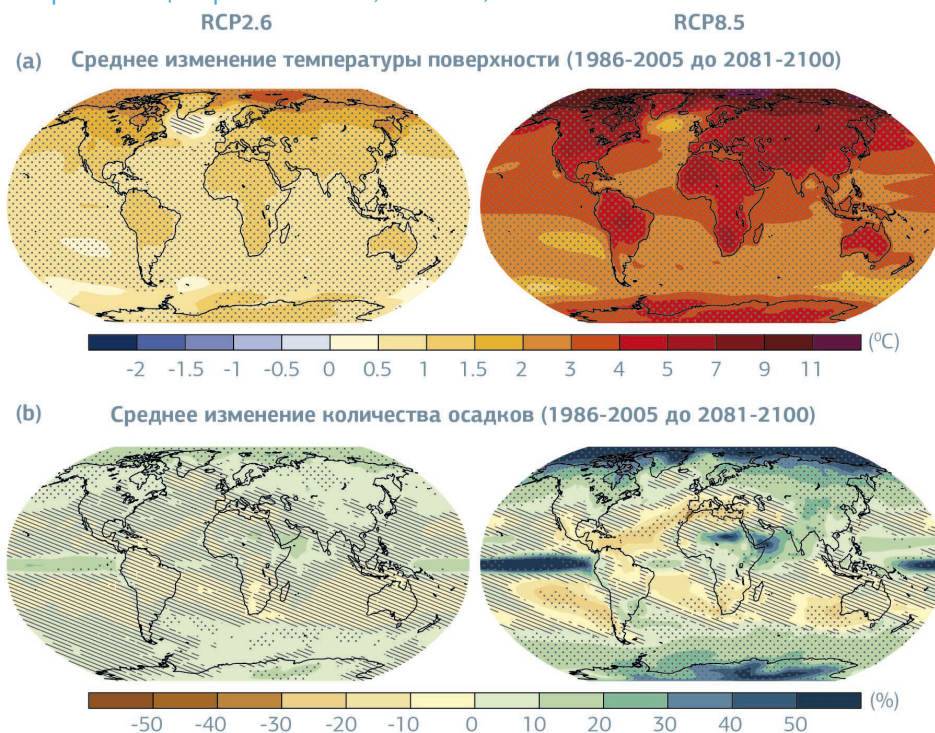
³⁰ <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>

³¹ <https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/news/allianz-risk-barometer-2020.html>

Для кратко- и среднесрочного прогнозирования будущего состояния климатической системы, оценки последствий изменения климата Земли ученые используют многопараметрические климатические модели. Моделированием климата занимаются десятки специализированных лабораторий по всему миру. Эта деятельность координируется международной программой World Climate Research Program³² под эгидой Всемирной метеорологической организации ООН при участии России.

По прогнозу³³ МГЭИК (IPCC)³⁴, в XXI веке средняя глобальная температура будет повышаться и далее при всех сценариях изменения концентрации CO₂. Сценарии получили название RCP — Reference Concentration Pathway (РТК — репрезентативная траектория концентрации). Рассмотрено 4 сценария: в RCP2,6 принято, что пик выбросов CO₂ придется на 2010-2020 гг., а в RCP8,5 — что пика в XXI веке не будет и выбросы будут постоянно расти³⁵. При этом вероятное увеличение глобальной температуры (уровня 2081-2100 гг. по сравнению с уровнем 1986-2005 гг.) будет составлять:

Рисунок 10 Изменение температуры и количества осадков в течение XXI века по крайним сценариям — RCP2,6 и RCP8,5



Источник: МГЭИК, пятый оценочный доклад

- в сценарии RCP2,6 - 0,2–1,8°C
- в сценарии RCP4,5 - 1,0–2,6°C

³² <https://www.wcrp-climate.org/about-wcrp/wcrp-overview>

³³ Пятый оценочный доклад (ОД5) МГЭИК: Изменение климата. <https://www.ipcc.ch/languages-2/russian/publications-russian>

³⁴ Межправительственная группа экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change). Подробнее об МГЭИК см. раздел «Международное климатическое регулирование»

³⁵ Число после "RCP" означает величину дополнительного теплового излучения в Вт/м², которое будет воспринимать земная поверхность из-за парникового эффекта.

- в сценарии RCP6,0 - 1,3–3,2°C
- в сценарии RCP8,5 - 2,6–4,8°C.

Изменения в климатической системе влияют на социально-экономические системы. Исследование³⁶ McKinsey Global Institute, проведенное в сотрудничестве с Woods Hole Research Center, а также с десятками организаций и сотней экспертов по всему миру, выделяет следующие базовые последствия к 2050 г. для сценария RCP8,5:

- 0,7–1,2 млрд человек будут жить в зонах с 14% вероятностью прохождения смертельных «тепловых волн» раз в год;
- С вероятностью 35% хотя бы раз за десятилетие будет повторяться неурожай (-15% от среднего по миру);
- В 2-4 раза возрастет ущерб от речных наводнений;
- 45% земной поверхности затронут процессы изменения экосистем.

Объединение страховых компаний CRO Forum расценивает³⁷ последствия потепления на 5 °C как катастрофические — рост в 300 раз числа людей, страдающих от волн жары, рост до 27,5 трлн долларов затрат по защите прибрежных объектов, увеличение в полтора раза площади распространения малярии, ущерб мировому ВВП и невозможность страхования большинства рисков (табл. 1).

Существует два взаимосвязанных направления деятельности по борьбе с изменением климата и его последствиями:

- адаптация к изменениям климата;
- предотвращение изменений климата (или митигация, как прямое заимствование с английского mitigation) — за счет стабилизации концентрации и сокращения выбросов парниковых газов, а также инженерии климата.

Адаптация к изменениям климата означает процесс приспособления к существующему или ожидаемому климату и его воздействиям. В антропогенных системах целью адаптации является уменьшение или предотвращение ущерба или использование благоприятных возможностей. В некоторых естественных системах вмешательство человека может способствовать приспособлению к ожидаемому климату и его воздействиям³⁸.

³⁶Climate risk and response. Physical hazards and socioeconomic impacts / McKinsey Global institute, January 2020.

³⁷The heat is on. Insurability and Resilience in a Changing Climate. Emerging Risk Initiative - Position Paper / Group Chief Risk Officer (CRO), January 2019.

³⁸МГЭИК, 2014 г.: Приложение II: Глоссарий [Мак, К. Дж., С. Плантон и К. фон Штехов (редакторы)]. В: Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Основная группа авторов: Р. К. Пачаури и Л. А. Мейер (редакторы)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, стр. 133-148.

Таблица 1 Физические и экономические последствия глобального изменения климата к 2100 г.

Потепление к 2100 г	1.5°C	2°C	3°C	5°C
Физические воздействия				
Повышение уровня моря, м	0.3 - 0.6	0.4 - 0.8	0.4 - 0.9	0.5 - 1.7
Защита прибрежных активов, трлн долл	10.2	11.7	14.6	27.5
Вероятность безледового арктического лета	1 из 30	1 из 6	4 из 6 (63%)	6 из 6 (100%)
Тропические циклоны:				
меньше (№ 1-5)	-1%	-6%	-16%	Неизвестно
сильнее (№ 4-5)	+24%	+16%	+28%	+55%
влажный (всего осадков)	+6%	+12%	+18%	+35%
Частота экстремальных осадков	+17%	+36%	+70%	+150%
Рост частоты пожаров	x1.4	x1.6	x2.0	x2.6
Количество людей, страдающих от волн жары	x22	x27	x80	x300
Площадь регионов распространения малярии	+12%	+18%	+29%	+46%
Экономические последствия				
Влияние на мировой ВВП (2018 г.: 80 трлн долларов)	-10%	-13%	-28%	-45%
Омертвление инвестиций в активах	Энергопереход: активы на ископаемом топливе (добыча, энергетика, транспорт, промышленность)		Смешанные: часть активов заморожена, часть деградирует	Физические: необитаемые зоны, сельское хозяйство, водозависимая промышленность, утраченный туризм и т. д.
Обеспечение продовольствием	Меняется режим питания, некоторые потери урожая в тропиках		Потеря урожая 24%	Потеря 60% урожая, увеличение спроса на 60%
Возможности страхования	Инвестиции в низко-углеродистые технологии и инфраструктуру (например, CCS)		Растущий спрос на управление растущими рисками	Минимум: спад, напряженность, высокие и непредсказуемые риски

Источник: CROForum

В отличие от адаптации, предотвращение (митигация) предполагает проактивный подход, а не реактивный. Сокращение антропогенных выбросов парниковых газов может быть достигнуто, в числе прочих мер:

- сокращением потребления энергии (например, путём повышения энергоэффективности);
- использованием энергии с меньшим углеродным следом (наибольшим следом обладает уголь и нефть; промежуточным — природный газ; минимальным — электроэнергия от солнечных, ветряных, био-, атомных

и гидроэлектростанций, а также «зеленый» и «голубой» водород, биометан и синтетические топлива на их основе);

- улавливанием, использованием и хранением углерода (CCUS, от «carbon capture, utilisation, and storage»).

Реализация каждого из этих способов потребует огромных затрат. Объем этих затрат и выбор оптимальной стратегии в рамках каждой страны в сопоставлении с оценкой потенциального ущерба от изменения климата, предмет отдельных научных макроэкономических исследований и общественных дискуссий.

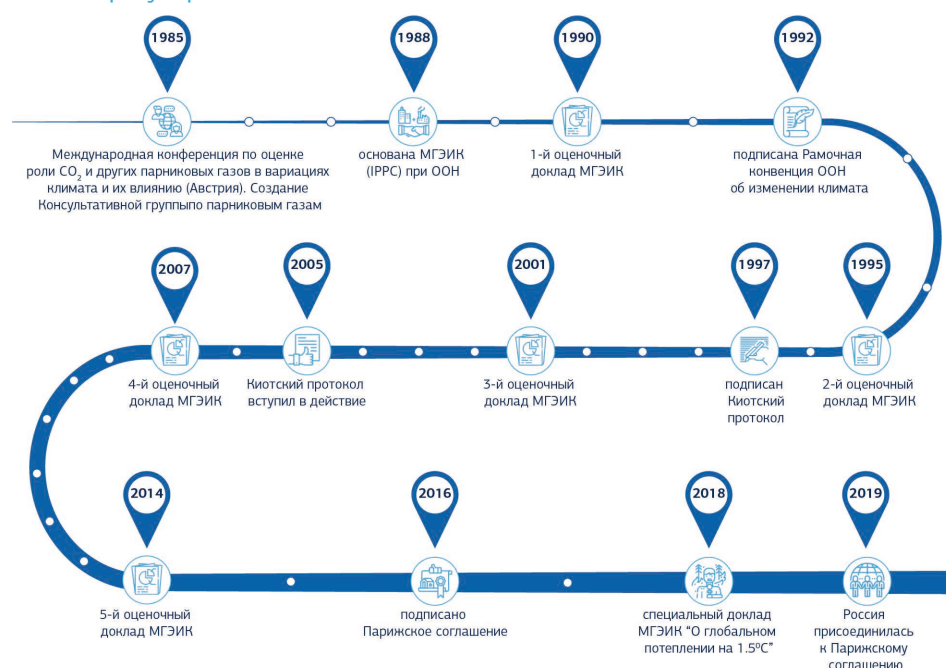
ОТВЕТ НА ВЫЗОВ В ГЛОБАЛЬНОМ МАСШТАБЕ: ГОСУДАРСТВА, БИЗНЕС, ПОТРЕБИТЕЛИ

Озабоченность климатической угрозой от научного сообщества постепенно передается политикам, инвесторам, общественным деятелям и обычным гражданам по всему миру. В этом разделе кратко описываются основные способы ответа этих стейкхолдеров на климатическую угрозу.

Международное климатическое регулирование

На межгосударственном уровне проблему изменения климата всерьез заметили в середине 1980-х гг. — при участии Программы ООН по окружающей среде и Всемирной метеорологической организации была создана Консультативная группа по парниковым газам, ставшая прообразом более высокоуровневой Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC) при ООН (рис. 11)

Рисунок 11 Ключевые события в рамках развития международного климатического регулирования



Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО

МГЭИК — межправительственная организация со штаб-квартирой в Женеве, совместно основанная Программой ООН по окружающей среде и Всемирной метеорологической организацией ООН в 1988 г. и насчитывающая 195 членов (включая Россию). Цель ее деятельности - регулярные оценки научных основ изменения климата, его последствий и будущих рисков, а также вариантов адаптации и предотвращения. МГЭИК не проводит собственных научных исследований — её роль заключается в донесении до политиков и нормотворцев обобщенной консенсусной информации из научных

(реферируемых) и других публикаций — в форме регулярных Оценочных докладов, каждый из которых дополняет и уточняет результаты предыдущего. Список источников для написания пятого Оценочного доклада насчитывает несколько тысяч публикаций. Руководит этой работой бюро МГЭИК (при участии России), в ней задействованы тысячи ученых со всего мира (в том числе из России), в основном на волонтерских началах³⁹. Ссылки на общедоступные русскоязычные резюме основных докладов МГЭИК приведены в списке рекомендуемых источников⁴⁰.

В 1992 г. была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата (далее РКИК), целью которой стало достижение «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему»⁴¹.

Дальнейшие международные соглашения (Киотский протокол, Парижское соглашение) заключаются в рамках этой конвенции.

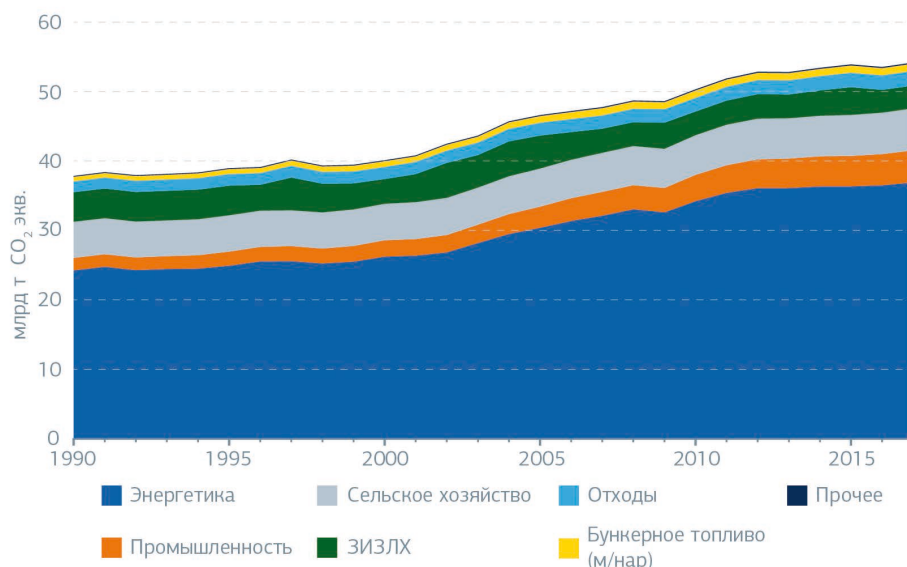
Глобальные антропогенные эмиссии парниковых газов в течение рассматриваемого периода неуклонно росли (рис. 12), особенно интенсивно — в первое десятилетие XXI века (прирост примерно на 25% за 10 лет). Ключевым источником выбросов остается энергетика — сжигание ископаемых топлив в различных отраслях и утечки метана при добыче, транспортировке и распределении ископаемых топлив.

Киотский протокол стал первым международным соглашением, направленным на ограничение роста антропогенной эмиссии парниковых газов. Он создавался исходя из принципа общей, но дифференцированной ответственности развитых и развивающихся стран мира в деле сокращения выбросов (в рамках совместного использования ими соответствующих механизмов и инструментов). В рамках этого соглашения у развитых стран появились ограничения на выбросы, а у развивающихся — нет. За время, прошедшее после его подписания, развивающиеся страны (прежде всего Китай) стали эмитировать больше некоторых развитых, а механизмы, заложенные в протокол, работали недостаточно эффективно. Парижское соглашение принято в 2015 г., во многом, в развитие опыта взаимодействия государств по Киотскому протоколу.

³⁹Подробности о работе МГЭИК см. сайт Росгидромета: <http://www.meteorf.ru/activity/international/mgeik> и МГЭИК <https://www.ipcc.ch/about>

⁴⁰См. источники №39-43

⁴¹https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml

Рисунок 12 Глобальные антропогенные выбросы парниковых газов по отраслям

Источник: Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО по данным PRIMAP-hist v2.1 и ФАО ООН⁴²

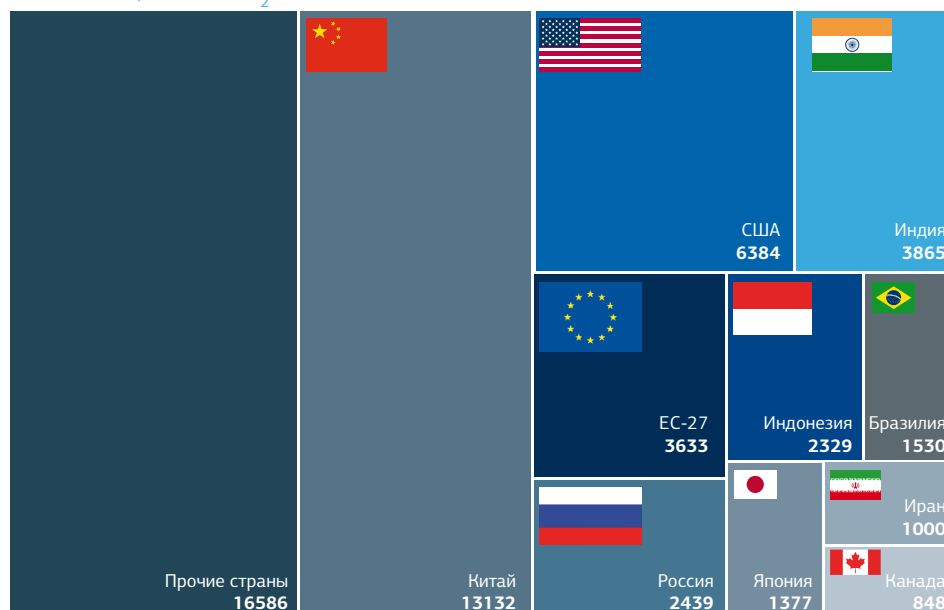
По состоянию на 2017 г. крупнейшими эмитентами антропогенных выбросов парниковых газов в мире (с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства - далее ЗИЗЛХ) стали Китай и США. В целом в 2017 г. 63,6% глобальных выбросов пришлось на Китай, США, Индию, Евросоюз, Индонезию, Россию, Бразилию, Японию, Канаду и Иран (рис. 13). На эти же страны пришлось 60,4% выбросов в течение 1990-2017 гг. Соотношение выбросов ПГ на душу населения среди стран — лидеров по абсолютным объемам эмиссии представлено на рис. 14.

Парижское соглашение направлено⁴³ на достижение трех равнозначных целей:

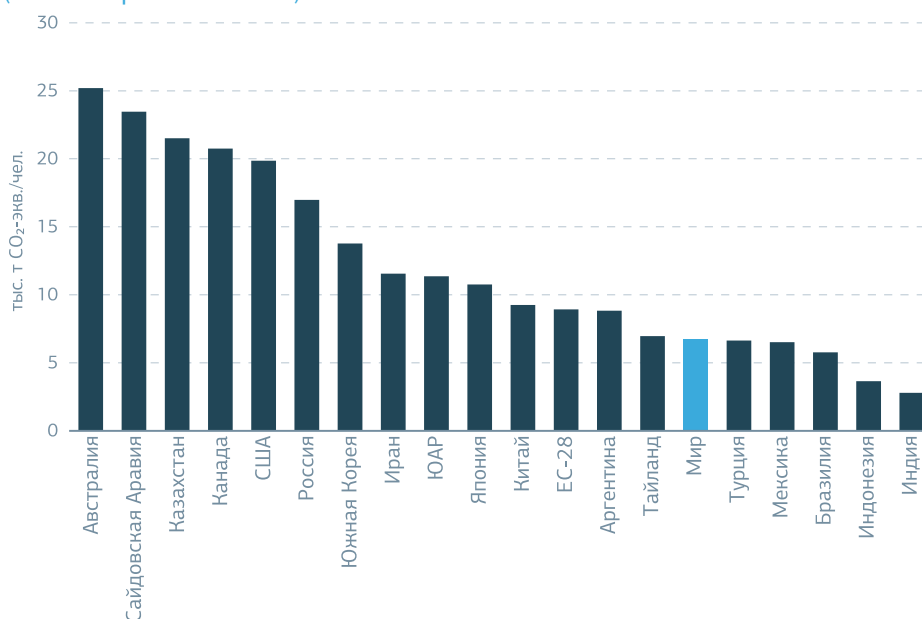
- удержание прироста средней температуры в пределах заведомо ниже 2 °С, а по возможности - не выше 1,5 °С по сравнению с доиндустриальным периодом;
- повышение способности адаптироваться к неблагоприятным последствиям изменения климата, содействие усилению климатической устойчивости и низкоуглеродному развитию, не создающему угрозы для производства продовольствия;
- переориентация финансовых потоков для обеспечения перехода на путь низкоуглеродного развития.

⁴² <http://www.fao.org/faostat/en/#data/>

⁴³Здесь представлено краткое и упрощенное изложение аспектов Парижского соглашения. Для подробного ознакомления с его текстом в оригинале (англ.) и в русском переводе см. сайт РКИК ООН: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>

Рисунок 13 Структура выбросов парниковых газов по странам в 2017 г., включая ЗИЗЛХ, млн. т CO₂-экв.

Источник: Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО по данным PRIMAP-hist v2.1 и ФАО ООН

Рисунок 14 Выбросы парниковых газов на душу населения (топ-20 стран-эмитентов) в 2017 г.

Источник: Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО по данным PRIMAP-hist v2.1 и ФАО ООН

Участники соглашения обязуются:

- как можно быстрее достичь глобального пика выбросов парниковых газов, после чего быстрыми темпами достичь глобальной климатической нейтральности (т.е. равенства между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением) к 2050 г.;
- разработать, представить и соблюдать определяемые на национальном уровне вклады - ОНУВ (Nationally Determined Contributions, NDC);

- обеспечить разработку стратегий низкоуглеродного развития и представление их в Секретариат РКИК к 2020 г.;
- представить и периодически обновлять национальные планы адаптации;
- сотрудничать в целях активизации мер по адаптации, включая обмен технологиями, знаниями и опытом;
- предоставлять необходимое для достижения климатических целей финансирование развивающимся странам — сторонам Соглашения.

Развитые страны в рамках Парижского соглашения продолжают выступать в качестве примера, устанавливая целевые показатели абсолютного (а не относительного) сокращения выбросов в масштабах всей экономики.

По состоянию на февраль 2020 г., Парижское соглашение подписали все участники РКИК ООН, а ратифицировали 189 государств. Из них США находятся в процессе выхода из соглашения⁴⁴. Турция и Иран остаются единственными странами со значительным количеством выбросов парниковых газов, еще не присоединившимися к соглашению.

ОНУВ целого ряда государств (по состоянию на момент подписания соглашения в 2015 г.) содержат ограничение выбросов к 2030 г. на 25-40% от уровня 1990 г. или 2005 г. (табл. 2).

У Великобритании на данный момент официальный ОНУВ отсутствует ввиду её выхода из состава ЕС, однако он находится в разработке. В его основу, по словам младшего министра предпринимательства и промышленности Квизи Квартенга⁴⁵, ляжет в том числе и Пятый углеродный бюджет Соединенного Королевства на 2028-2032 гг., согласно которому предполагается снижение выбросов ПГ на 61% к данному периоду по сравнению с уровнем 1990 г. Принятие ОНУВ предполагается в течение 2020 года⁴⁶.

⁴⁴Решение о выходе из Парижского соглашения принято администрацией президента Трампа. Несмотря на реализацию этого решения, в рамках оппозиционной ему ассоциации US Climate Alliance объединены (по состоянию на март 2020) 25 штатов, формирующих примерно половину ВВП и численности населения США.

⁴⁵<https://www.parliament.uk/business/publications/written-questions-answers-statements/written-question/Commons/2020-02-05/12811/>

⁴⁶<https://www.parliament.uk/business/publications/written-questions-answers-statements/written-question/Commons/2020-01-15/3726>

Таблица 2 Примеры определяемых на национальном уровне вкладов (ОНУВ), действительных по состоянию на март 2020 г.

Страны	Декларируемые национальные вклады
Китай	к 2030 г. - снизить энергоёмкость ВВП на 60–65% к уровню 2005 г., увеличить долю неископаемых источников энергии в первичном энергопотреблении до ~20%, увеличить объём лесных ресурсов на 4,5 млрд м³ по сравнению с уровнем 2005 г., достичь пика выбросов CO ₂ (как можно раньше)
США	к 2025 г. - сократить выбросы ПГ (с учетом ЗИЗЛХ) на 26–28% от уровня 2005 г.
Индия	к 2030 г. - уменьшить углеродоемкость ВВП на 33–35% от уровня 2005 г., достичь доли 40% установленной мощности безуглеродной генерации электроэнергии; обеспечить дополнительное поглощение 2,5–3 млрд тонн CO ₂
ЕС	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ минимум на 40% от уровня 1990 г. ⁴⁷
Россия (предполагаемый ОНУВ)	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ на 25–30% от уровня 1990 г. при условии максимально возможного учета поглощающей способности лесов
Индонезия	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ (с учетом ЗИЗЛХ) на 29% по сравнению со сценарием «business-as-usual» (т.е. от ~2,881 млрд т CO ₂ -экв.); на 41% в случае международной поддержки
Бразилия	к 2025 г. - сократить выбросы ПГ (с учетом ЗИЗЛХ) на 37% от уровня 2005 г.; ориентировочный взнос к 2030 г. — снижение на 43%
Япония	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ (с учетом ЗИЗЛХ) на 26% от уровня 2013 г. (25,4% от уровня 2005 г.)
Иран (предполагаемый ОНУВ)	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ на 4% по сравнению со сценарием «business-as-usual» ⁴⁸ ; на 12% в случае международной поддержки
Канада	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ на 30% от уровня 2005 г. (с учетом лесозаготовки; учет ЗИЗЛХ в процессе изучения)
Мексика	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ на 22% и сажистого углерода на 51% по сравнению со сценарием «business-as-usual»; снижение до 36% по ПГ и до 70% по сажиному углероду в случае международной поддержки
Саудовская Аравия	принять меры по повышению энергоэффективности, развитию газовой и ВИЭ-генерации, технологий CCUS ⁴⁹ (планируется захват 1,5 тыс. т углерода в день), снижению утечек метана, а также ряд иных мер, которые в совокупности могут привести к «ежегодным сопутствующим выгодам по митигации» до 130 млн т CO ₂ -экв. к 2030 г.
Южная Корея	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ на 37% по сравнению со сценарием «business-as-usual» (т.е. от 850,6 млн т CO ₂ -экв.) без учета ЗИЗЛХ; решение по его учёту может быть принято позднее
Австралия	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ (с учетом ЗИЗЛХ) на 26–28% к уровню 2005 г.
Норвегия	к 2030 г. - сократить выбросы ПГ (без ЗИЗЛХ) на 50–55% к уровню 1990 г.

Источник: регистр ОНУВ РКИК ООН (промежуточный)⁵⁰, портал предполагаемых ОНУВ РКИК ООН⁵¹

⁴⁷Решение по методике учета ЗИЗЛХ, согласно тексту ОНУВ, должно было быть принято «как только позволят технические условия, но в любом случае раньше 2020 года». На данный момент в базе данных ОНУВ на сайте РКИК дополнительные сведения на этот счет отсутствуют. Однако в мае 2018 г. было принято постановление ЕС, согласно которому в каждой стране — члене союза учтенные за год нетто-выбросы ПГ в секторе ЗИЗЛХ благодаря целенаправленной политике должны быть неположительными (т.н. “no debit” rule). Подробнее см. https://ec.europa.eu/clima/policies/forests/lulucf_en

⁴⁸Количественных данных по сценарию не указано; кроме того, сам сценарий подлежит пересмотру «в будущие годы» в зависимости от успешности реализации национальных планов развития, доступности трансфера технологий и международного финансирования.

⁴⁹Carbon Capture and Utilization/Storage — захват и использование/хранение углерода

⁵⁰NDC registry (interim) / Официальный веб-сайт РКИК ООН.

URL: <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx> (дата обращения: 30 марта 2020 г.)

⁵¹Submission portal. INDC / Официальный веб-сайт РКИК ООН. URL: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx> (дата обращения: 30 марта 2020 г.)

Более долгосрочные стратегии низкоуглеродного развития (до 2050 г.) содержат еще более амбициозные цели. В конце 2019 г. в Евросоюзе была представлена законодательная инициатива EU Green Deal, в основе которой — достижение 100% климатической нейтральности государствами Евросоюза к 2050 г., причем как в целом по всему ЕС, так и на национальном уровне (за исключением, на данный момент, Польши).⁵² Об аналогичных целях заявили Великобритания, Новая Зеландия, Норвегия, Аргентина, Канада и Мексика.⁵³ Согласно данным ООН, по состоянию на сентябрь 2019 г. в общей сложности 65 стран, Европейский Союз, а также 10 регионов, 102 города, 93 компании и 12 инвесторов заявили о стремлении к углеродной нейтральности к 2050 г.⁵⁴ В качестве еще одного примера можно назвать Японию, принявшую на себя обязательство стать «декарбонизированным обществом» как можно раньше во второй половине нынешнего века.⁵⁵

Отдельные регионы, города и муниципалитеты внутри государств также довольно активно заявляют о намерении бороться с изменением климата, реализуют это намерение в регуляторной базе своего уровня, устанавливают цели по сокращению выбросов парниковых газов. В США это члены уже упоминавшегося US Climate Alliance. Еще одна инициатива — Under2Coalition, члены которой, в основном городские и региональные правительства, подписали составленный организацией Меморандум о понимании и тем самым на местном уровне заявили свою приверженность задаче «удержания роста мировой температуры заметно ниже 2°C, прилагая усилия к неперевышению отметки в 1,5°C» — по сути, ключевой климатической цели Парижского соглашения. На данный момент меморандум подписало 118 правительств со всего миру, а ещё более сотни стали т.н. «сторонниками» (endorsers), выразив свою поддержку проекту менее формально. Среди «сторонников» — 22 национальных правительства (в основном из Европы, а также из Центральной и Южной Америки).⁵⁶ Однако крупнейшей из подобных ассоциаций является организация Всемирного соглашения мэров по климату и энергетике, объединяющая более 10 000 городов и муниципалитетов из 138 стран мира. Своей миссией они объявили «ускорение осуществления амбициозных, измеримых инициатив

⁵² Источники: ст. 1 Выводов совещания глав государств и правительств стран-членов ЕС, 12 декабря 2019 г. / URL: <https://www.consilium.europa.eu/media/41768/12-euco-final-conclusions-en.pdf>; EU carbon neutrality: Leaders agree 2050 target without Poland — BBC News (13 декабря 2019 г.) / URL: <https://www.bbc.com/news/world-europe-50778001>.

⁵³ Источник: COP 25. Climate Ambition Alliance, Annex II (11 декабря 2019 г.) / URL: <https://cop25.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/02/Annex-Alliance-ENGLISH.pdf>

⁵⁴ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/09/in-the-face-of-worsening-climate-crisis-un-summit-delivers-new-pathways-and-practical-actions-to-shift-global-response-into-higher-gear/>

⁵⁵ Источник: Япония. Долгосрочная стратегия в рамках Парижского соглашения / URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/The%20Long-term%20Strategy%20under%20the%20Paris%20Agreement.pdf>

⁵⁶ <https://www.under2coalition.org/>

в области климата и энергетики, которые приведут в будущее с низкими выбросами и климатической устойчивостью».^{57 54}

Меры экономического стимулирования сокращения выбросов парниковых газов — «углеродные налоги», системы торговли выбросами, - действенные механизмы, позволяющие реализовать поставленные цели. По данным Всемирного банка⁵⁸, к 2019 г. уже 46 государств, среди которых Австралия, ЮАР, Бразилия, Аргентина, Китай, Турция, Украина и Казахстан, и 28 отдельных регионов (в частности, некоторые штаты США) либо уже запустили систему торговли выбросами CO₂ или другие формы цены на углерод и «углеродных сборов», либо планируют это сделать в ближайшем будущем. Система торговли эмиссиями Евросоюза (EU ETS) - первая в мире крупная система торговли выбросами парниковых газов, по сей день остающаяся самой крупной.

Однако система торговли выбросами — не единственный действенный метод климатической политики. Так, например, за последние десять лет в ЕС был принят масштабный набор нормативных актов, нацеленных на различные аспекты устойчивого роста и энергоэффективности. Обзор некоторых из них представлен в Таблице 3.

Таблица 3 Основные нормативные акты Евросоюза в сфере энергоэффективности и ВИЭ

Постановление/Директива	Описание
Директива об энергоэффективности ⁵⁹	Предписывает снижение первичного и конечного энергопотребления на уровне ЕС в целом к 2020 г. на 20% и к 2030 г. на 32,5% по сравнению со базовым сценарием прогноза 2007 г.; документ не устанавливает жестких целей на национальном уровне, однако страны-члены обязаны заявить интегрированные 10-летние национальные планы в области энергетики и климата, указав в них национальные вклады и цели на 2030 г., а также список мероприятий по их достижению.
Постановление об энергетической маркировке ⁶⁰	Ввело наглядную систему энергомаркировки (по шкале от A до G) для ряда потребительских и коммерческих устройств с обязательной сертификацией для их производителей; шкала со временем подвергается пересмотру с точки зрения ужесточения требований для каждой отметки.
Директива об экодизайне ⁶¹	Устанавливает минимальные требования по энергоэффективности и пригодности к ремонту и утилизации, применяемые ко всем энергопотребляющим продуктам, реализуемым для применения в быту, коммерческой деятельности и промышленности, за исключением транспорта. Дополняет Постановление об энергетической маркировке.

⁵⁷ <https://www.globalcovenantofmayors.org/>

⁵⁸ Всемирный банк. State and Trends of Carbon Pricing 2019. Июнь 2019 г. DOI: 10.1596/978-1-4648-1435-8.

⁵⁹ Директива 2012/27/EU Европарламента и Совета от 25.10.12 об энергоэффективности; см. также https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/targets-Directive-and-rules/energy-efficiency-Directive_en (на англ.).

⁶⁰ Постановление (EU) 2017/1369 Европарламента и Совета от 04.07.17, устанавливающее основные принципы энергетической маркировки; см. также https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_en#Energylabels (на англ.).

⁶¹ Директива 2009/125/ЕС Европарламента и Совета от 21.10.09, устанавливающая основные принципы определения требований к энергопотребляющим продуктам в области экодизайна; см. также https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en (на англ.).

Постановление/Директива	Описание
Директива о возобновляемых источниках энергии ⁶²	Устанавливает жёсткие цели по доле ВИЭ в совокупном конечном энергопотреблении ЕС не ниже 20% в 2020 г. и не ниже 32% в 2030 г., а также по доле ВИЭ в совокупном энергопотреблении транспортной отрасли каждой страны-члена не ниже 10% в 2020 г.
Директива об энергетических показателях зданий ⁶³	Обязывает страны-члены: составить чёткие долгосрочные стратегии по реновации зданий с целью их декарбонизации; установить оптимальные с точки зрения затратности минимальные требования к энергопоказателям всех вновь вводимых в эксплуатацию зданий. Кроме того, все новые здания начиная с 31 декабря 2020 г. обязаны соответствовать критериям т.н. «почти нулевой энергозатратности» (nearly zero-energy buildings; NZEB) ⁶⁴ , а все новые общественные здания ещё с 31 декабря 2018 г.; был также введен ряд иных мер. Дополняется Директивой об энергоэффективности.

Источник: законодательство ЕС

В то же время, многое в деле сокращения выбросов CO₂ будет определяться энергополитикой стран-важнейших эмитентов, таких как Китай, Индия, Индонезия.

Физические последствия изменения климата для островных государств, близких к экватору, трудно сопоставимы с последствиями, например, для России или Канады. Развивающиеся страны, которые сейчас лидируют в общем объеме антропогенных выбросов парниковых газов, хотели бы разделить эту ответственность на практике с развитыми, которые лидировали в прошлом (приняв тем самым участие в накоплении нынешней концентрации парниковых газов в атмосфере). Существует эффект «утечки углерода» - carbon leakage, при котором выбросы парниковых газов просто «перетекают» из стран с жестким климатическим регулированием в страны, где оно пока более либерально.

Поэтому все будет зависеть от готовности участников Парижского соглашения идти на компромиссы и договариваться о единых действенных механизмах его реализации. По оценке⁶⁵ ЮНЕП, опубликованной в ноябре 2019 г., для ограничения роста температуры величиной 1,5°C участникам Парижского соглашения необходимо принять и реализовать в 5 раз более амбициозные обязательства по сокращению выбросов, чем принятые в 2015-2016 гг.

⁶² Директива 2009/28/ЕС Европарламента и Совета от 23.04.09 о содействии применению энергии из ВИЭ и Директива (EU) 2018/2001 Европарламента и Совета от 11 декабря 2018 г. о содействии применению энергии из ВИЭ; см. также https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-Directive/overview_en (на англ.)

⁶³ Директива 2010/31/EU Европарламента и Совета от 19.05.10 об энергетических показателях зданий; см. также https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-Directive_en (на англ.)

⁶⁴ Хотя точные определения NZEB на уровне стран-членов ЕС различаются (см. обзор на англ.: https://epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2019/06/CT1-Factsheet-National_applications_of_NZEB_definition.pdf), все соответствующие стандарту здания должны иметь «очень высокие» показатели энергоэффективности, потреблять «очень низкое» количество энергии, «значительная доля» которой получается из возобновляемых источников.

⁶⁵ Emissions Gap Report 2019 / UN Environment Programme, November 2019.

Потребительское поведение

Меняются не только намерения правительств и органов власти в городах и муниципалитетах, - меняются настроения и поведение обычных граждан, потребителей товаров и услуг.

Углеродный след постепенно становится важной характеристикой товаров. Аналогичное изменение потребительских предпочтений уже происходило в результате кампаний по поддержке и продвижению энергоэффективных технологий. Так, ставший международным стандарт энергоэффективности потребительских товаров (The Energy Star brand) стал одним из параметров, по которым потребители осуществляют свой выбор, а также готовы платить больше за аналогичный товар или сервис, произведенный ответственными брендами⁶⁶.

В 2015 г. продажи потребительских товаров компаний, имеющих экологические обязательства и программы устойчивого развития, росли в 4 раза быстрее⁶⁷ по сравнению с конкурентами. По результатам опроса, 66% потребителей утверждали, что они готовы платить больше за «устойчивые» бренды, и эта доля неуклонно росла на протяжении нескольких лет. При этом среди поколения миллениалов доля потребителей с такими ценностями достигает 72%.

Вместе с запросом на экологичность продуктов и сервисов растет и запрос на осведомленность среди инвесторов и потребителей. Чтобы избежать “greenwashing”⁶⁸, покупатели и инвесторы ориентируются на стандартизованные форматы раскрытия информации, такие как Climate-related Financial Disclosures (TCFD). Так, за 2019 г. более 525 инвесторов с активами на \$96 трлн. запросили компании о раскрытии через CDP (the Climate Disclosure Project) информацию об их действиях, связанных с климатом, безопасностью водных ресурсов и лесопользованием. Более 8400 компаний откликнулись на этот призыв, и их доля увеличилась таким образом на 20% по сравнению с предыдущим годом⁶⁹.

На некоторых европейских розничных рынках потребители уже могут указать свои предпочтения в отношении возобновляемых источников электроэнергии или изменить поставщика электроэнергии. Развитие систем «зеленых» сертификатов на газ и электроэнергию, а также сертификатов

⁶⁶<https://www.bsr.org/en/our-insights/blog-view/investors-consumers-markets-demand-climate-action-four-trends-for-business>

⁶⁷The sustainability imperative. New insights on consumer expectations / Nielsen, October 2015.

⁶⁸Форма экологического маркетинга, в которой обширно применяется «зелёный» пиар и методы, цель которых — ввести потребителя в заблуждение относительно целей организации или производителя в экологичности продукции или услуги, представить их в благоприятном свете. Зелёный камуфляж используется сомнительными производителями для создания имиджа экологически-ориентированной компании и увеличения продаж.

⁶⁹The Sustainability Yearbook 2020 / S&P Global, January 2020.

«углеродного» и экологического следа продуктов и услуг способствует развитию рынков в энергетическом и сопряженных секторах.

Потребители энергии получают возможность принять участие в предотвращении изменения климата, сокращая свое потребление или используя более «чистые» источники энергии, в том числе собственные — например, крышные солнечные панели или домашние энергоцентры на топливных элементах. Экологичность, снижение нагрузки на окружающую среду, защита климата становятся важными потребительскими мотивами в развитии общественного транспорта и велосипедов, электромобилей, замене газового или дизельного отопления в домах на электрическое, распространении микрогенерации на ВИЭ⁷⁰.

Цели по сокращению эмиссии парниковых газов развивает и неэнергетический корпоративный сектор. Некоторые из этих усилий институционализированы: так, в рамках глобальной инициативы RE100, 226 крупнейших мировых компаний взяли⁷¹ на себя обязательства по переходу на возобновляемые источники энергии, в том числе IKEA, 3M, Apple, Danone, Decathlon, eBay, Coca-Cola European Partners, Fujitsu, The Goldman Sachs Group, Google и др. Согласно данным NAZCA The Global Climate Action portal⁷², по миру аналогичные обязательства взяли на себя 3740 компаний и 1334 организации.

«Зеленые» политические движения

Изменение потребительских предпочтений влияет на политический выбор граждан.

В Западной Европе изменение настроений очевидно: «зеленые» партии приобретают всё большую популярность, а их конкуренты также начинают использовать «зеленую» риторику для достижения успеха на выборах (рис. 15).

Кроме европейских стран, рекордные уровни поддержки «зеленых» отмечаются в Канаде, Австралии, Новой Зеландии. «Зеленые» партии представлены в парламентах 25 стран мира.

Политологи по результатам количественного анализа⁷³ 347 парламентских выборов из 32 стран в течение 45 лет связывают этот успех с настроениями нового поколения избирателей (миллениалы, часть нового среднего класса), выросших в относительно благополучном обществе с низкой

⁷⁰Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина. ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019. — 210 с.

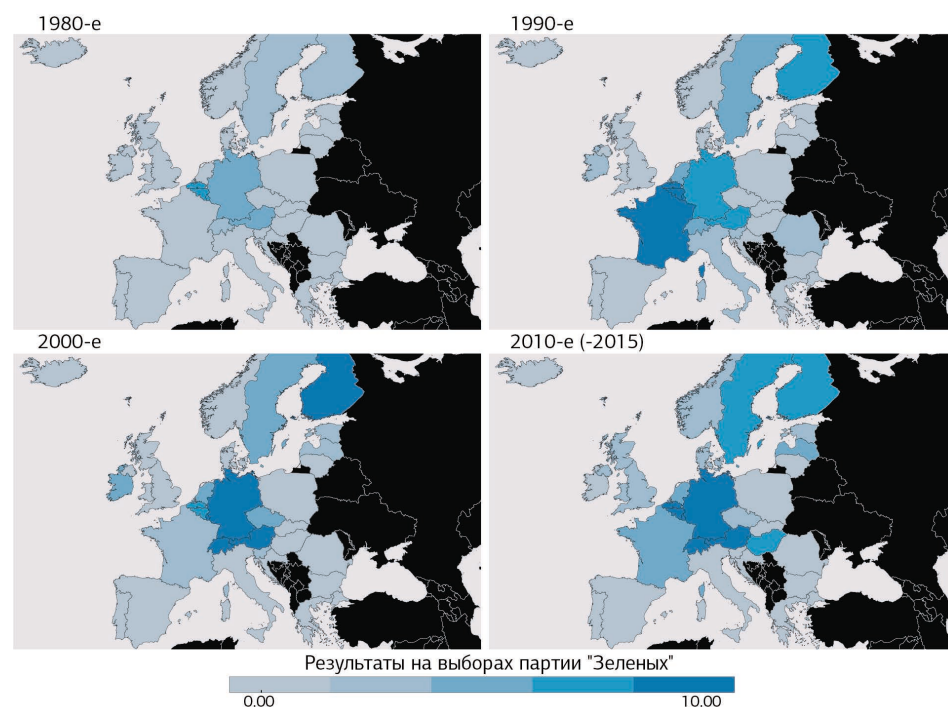
⁷¹По данным на 02.03.2020 <http://there100.org/companies>

⁷²По данным на 02.03.2020 <https://climateaction.unfccc.int/>

⁷³Zack P. Grant & James Tilley (2019) Fertile soil: explaining variation in the success of Green parties, West European Politics, 42:3, 495-516, DOI: 10.1080/01402382.2018.1521673

безработицей и формирующих запрос скорее на качество жизни, а не на экономический рост любой ценой.

Рисунок 15 Изменение поддержки партий «Зеленых» в Европе в течение последних 40 лет



Источник: Grant, Tiley, 2019

Такие активисты, как Грета Тумберг, являются частью этого поколения, говорят на одном с ним языке — возможно, поэтому вызывая такое масштабное одобрение в среде миллениалов в Западной Европе, США и Канаде (забастовки и митинги численностью в несколько сотен тысяч человек в 2019 г.) и критические рассуждения в других странах (в том числе в России).

Предпочтения инвесторов

Государства и регуляторы задают рамочные условия и цели верхнего уровня для низкоуглеродного развития. Потребители меняют поведение и спрос, избиратели формируют запрос на политиков будущего, которые усилят борьбу с климатом. Инвесторы реагируют на все три этих фактора — бизнес-ангелы, венчурные, институциональные и государственные инвесторы уже рассматривают климатическую повестку в качестве фактора, важного для принятия инвестиционных решений и учитывают ее в своих стратегиях.

Ларри Финк, CEO BlackRock, одной из крупнейших инвестиционных компаний мира, в своем открытом письме⁷⁴ от января 2020 г. рассматривает климатические риски как инвестиционные («Climate Risk Is Investment Risk») и призывает инвесторов и компании подготовиться к существен-

⁷⁴<https://www.blackrock.com/corporate/investor-relations/larry-fink-ceo-letter>

ному изменению вложений капитала и инвестиций, в том числе через участие в партнерствах и кооперациях, таких как The Climate Finance Partnership⁷⁵, The Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), UN's Principles for Responsible Investment.

О своих намерениях о выходе или прекращении финансирования проектов, связанных с добычей ископаемого топлива (так называемыми «дивестициями»), заявили такие крупные институциональные инвесторы, как Всемирный банк, Европейский инвестиционный банк (ЕИБ), шведский пенсионный фонд Sjunde, норвежский Government Pension Fund Global, а также ряд коммерческих банков, например, Goldman Sachs, Deutsche Bank, BNP Paribas и Societe Generale. В частности, ЕИБ, провозглашённый «банком ЕС по защите климата», занял ещё более строгую позицию и обещает к 2025 г. отводить половину находящихся под управлением средств на проекты в области защиты окружающей среды и климата.⁷⁶

Инвесторам, для которых критерий sustainability (устойчивости, направленности на цели устойчивого развития ООН⁷⁷ и баланс экономического процветания с экологическими, климатическими и социальными целями) имеет важное значение при принятии финансовых решений, необходима возможность простой оценки проектов на соответствие этому критерию. Инициаторы таких проектов, в свою очередь, выиграют от дополнительных возможностей привлечения инвестиций. Чтобы привлечь больше частных инвестиций и помочь как инвесторам, так и инициаторам проектов, государства разрабатывают соответствующие механизмы.

Так, в Евросоюзе нехватка инвестиций для достижения климатической нейтральности к 2050 г. составляет около €175-290 млрд. в год.⁷⁸ В рамках EU Green Deal, помимо государственного финансирования в размере €1 трлн. на ближайшие 10 лет,⁷⁹ предусмотрено несколько инициатив, важнейшая из которых — таксономия (taxonomy). Таксономия — единая европейская система классификации «устойчивых» инвестиционных проектов, в рамках которой проект должен соответствовать как минимум одной из шести целей, связанных устойчивым развитием: смягчение последствий изменений климата, адаптация к изменению климата, устойчивое использование воды и морских ресурсов,

⁷⁵ <https://europeanclimate.org/news/governments-and-philanthropies-announce-ground-breaking-partnership-with-blackrock-to-mobilize-and-deploy-climate-finance-at-scale/>

⁷⁶ <https://www.eib.org/en/about/priorities/climate-and-environment/climate-action/index.htm>

⁷⁷ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>

⁷⁸ Financing Sustainable Growth Factsheet / European Commission, 2019.

⁷⁹ https://ec.europa.eu/info/publications/200114-european-green-deal-investment-plan_en

циклическая экономика, предотвращение загрязнения и здоровая экосистема. Помимо таксономии, разрабатываются:

- стандарт «зеленых» облигаций ЕС⁸⁰ (EU Green Bond Standard),
- методологии для европейских климатических бенчмарков и раскрытия информации по бенчмаркам⁸¹ (methodologies for EU climate benchmarks and disclosures for benchmarks),
- руководство по совершенствованию корпоративного раскрытия информации, связанной с климатом⁸² (guidance to improve corporate disclosure of climate-related information).

Повышение рисков инвестиций в углеродные активы сказывается и на индустрии страхования: крупнейшие страховые компании постепенно сворачивают программы страхования новых угольных активов, а некоторые — например, международный страховщик Allianz, заявляют о прекращении страхования новых и постепенном выходе из имеющихся проектов к 2040 г. Риск омертвления инвестиций из-за перерастания климатических рисков в финансовые («stranded assets risks») становится важнейшим в принятии решений инвесторами в энергетическом секторе.

По подсчетам gofossilfree.org⁸³, к так называемым «дивестиционным обязательствам» («Divestment Commitments») на начало 2020 г. присоединились в общей сложности 1184 институциональных и свыше 58 тысяч частных инвесторов по всему миру, контролирующих в совокупности активы на сумму свыше \$14,09 трлн.

На этом фоне предсказуемая государственная поддержка вкупе с доступностью климатических или «зеленых» бондов (green bonds)⁸⁴, а также сравнительно короткий цикл возврата инвестиций формируют низкий уровень риска и повышают инвестиционную привлекательность проектов в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2019 г. совокупный объем «зеленых» бондов и «зеленого» кредитования составил \$257,7 млрд., увеличившись в два раза по сравнению с предыдущим годом. По прогнозу Bloomberg New Energy Finance от 2019 г.⁸⁵, из \$13.3 млрд. всех инвестиций в новые генерирующие мощности в электроэнергетике до 2050 г., 77% будут осуществлены в ВИЭ.

⁸⁰ https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-teg-green-bond-standard_en

⁸¹ https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-teg-climate-benchmarks-and-disclosures_en

⁸² https://ec.europa.eu/info/publications/sustainable-finance-teg-climate-benchmarks-and-disclosures_en

⁸³ <https://gofossilfree.org/divestment/commitments/>

⁸⁴ 2019 Green Bond Market Summary / The Climate Bonds Initiative. Февраль 2020.

⁸⁵ <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

В то же время, по оценке KPMG⁸⁶, пока уровень доходности от проектов в сфере ВИЭ находится на уровне проектов в нефтепереработке и некоторых проектов в разведке, и по-прежнему ниже уровня проектов в добыче нефти и газа.

Публичные действия в области борьбы с глобальным изменением климата предпринимают и многие крупные западные бизнесмены. Так, в 2015 г. на полях Парижской конференции по климату Билл Гейтс, Марк Цукерберг, Джефф Безос, Джек Ма и ещё 25 миллиардеров объявили⁸⁷ о создании Breakthrough Energy Coalition, целью которой стало инвестирование в разработку климатически нейтральных решений в сфере энергетики. Объём средств учреждённого коалицией фонда Breakthrough Energy Ventures (BEV) превышает \$1 млрд.⁸⁸ В мае 2019 г. BEV совместно с Еврокомиссией и Европейским инвестбанком основал фонд BEV-E объёмом 100 млн евро.⁸⁹ В феврале 2020 г. Безос в своём профиле Instagram анонсировал⁹⁰ собственный проект Bezos Earth Fund, в который он «для начала» вложит \$10 млрд. Запуск выделения грантов запланирован на лето 2020 года. Также в феврале 2020 г. основатели Gates Foundation, супруги Билл и Мелинда Гейтс, в своём ежегодном письме уделили особое внимание⁹¹ вопросам изменения климата и гендерного равенства, посвятив каждому из них по отдельной главе. Билл Гейтс, отмечая важность действий по митигации, фокусируется на аспектах адаптации к новому климату, таких как создание более устойчивых агрокультур и развитие здравоохранения в развивающихся странах.

Трансформация бизнес-моделей компаний энергетического сектора

Традиционные компании энергетического сектора, ответственные за большую часть выбросов парниковых газов, следуют за рыночными и регуляторными сигналами и ставят цели по сокращению выбросов парниковых газов — декарбонизации.

Декарбонизация энергетических компаний происходит за счет наращивания инвестиций в ВИЭ, биотопливо и улавливание CO₂, повышения энергоэффективности, увеличения доли «зеленых» проектов в портфелях компаний, ужесточения контроля за выбросами метана. Так, BP⁹² и Vattenfall заявили

⁸⁶ Возобновляемые источники энергии как новый шаг развития для нефтегазовых компаний / Группа стратегического и операционного консультирования КПМГ. Декабрь 2019.

⁸⁷ Источник: <https://www.independent.co.uk/news/people/paris-climate-change-talks-bill-gates-mark-zuckerberg-and-27-other-billionaires-launch-breakthrough-a6753981.html>

⁸⁸ Источник: <https://www.b-t.energy/faq/>

⁸⁹ Источник: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_2770

⁹⁰ Источник: <https://www.instagram.com/p/B8rWKFnnQ5c/>

⁹¹ Источник: <https://www.gatesnotes.com/2020-Annual-Letter>

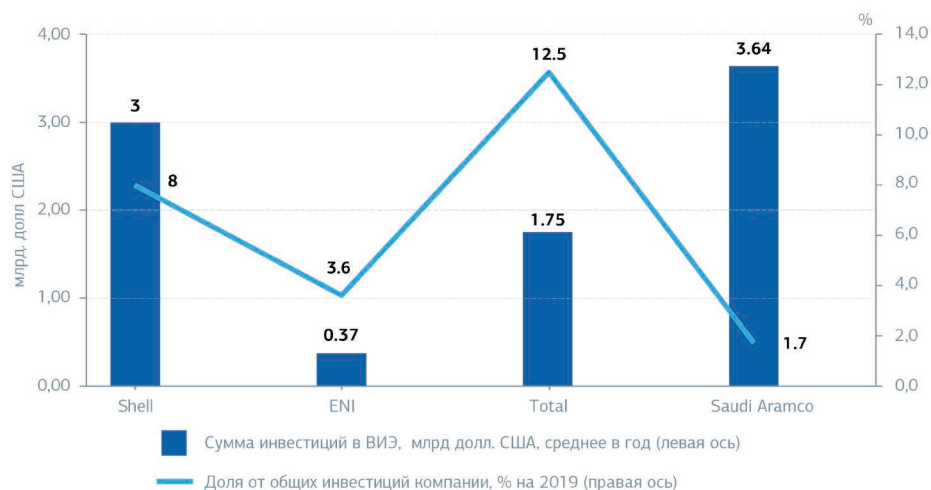
⁹² <https://www.bp.com/en/global/corporate/news-and-insights/press-releases/bernard-looney-announces-new-ambition-for-bp.html>

о своих планах перехода к углеродной нейтральности к 2050 г., EDF в стратегии CAP-2030 обозначила удвоение мощностей ВИЭ и усиление активностей на международных рынках в «безуглеродной» генерации, ENGIE объявила о стратегии выхода из угольной генерации и концентрации на низкоуглеродной энергетике.

Нефтегазовый бизнес проявляет особый интерес к двум секторам: проектам в генерации электроэнергии и низкоуглеродным технологиям. Equinor укрепляет лидерские позиции в офшорной ветроэнергетике, Shell и BP развивают направление биотоплива, а Repsol, Total и ENI фокусируются на солнечной энергетике.

На этом фоне некоторые представители крупного нефтегазового бизнеса приступают также к продаже части нефтегазовых активов. По результатам качественного анализа результатов деятельности компаний, проведенного Институтом энергетики НИУ ВШЭ⁹³, из 16 крупнейших мировых нефтегазовых компаний только японская Idemitsu по состоянию на 2016 г. еще не приступила к продаже нефтегазовых активов. В то же время, продажа этих активов сама по себе не приводит к реальной декарбонизации в масштабах отрасли, - ведь активы просто меняют владельца.

Рисунок 16 Инвестиции в ВИЭ в долгосрочных стратегиях нефтегазовых компаний (до 2025-2030)



Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО по данным KPMG

Shell в рамках корпоративной стратегии «Энергетического перехода» отразила планы по изменению энергетического портфолио в долгосрочной перспективе⁹⁴ и трансформации в электроэнергетическую компанию. Total движется в том же направлении, инвестируя в ВИЭ с акцентом на последующую эксплуатацию станций.

⁹³Ермоленко Г. В. Анализ деятельности ведущих нефтегазовых компаний в области возобновляемой энергетики // Аналитические обзоры Института энергетики НИУ ВШЭ. — Октябрь 2017 — 57 с.

⁹⁴Shell Energy Transition Report / Royal Dutch Shell plc. Апрель 2018.

Shell, Total, ENI, Equinor и BP активно инвестируют в ВИЭ, водород и смежные проекты: на их долю в 2018 г. пришлось в среднем 3–5% от общих инвестиций этих компаний. В то же время, по данным IEA, в среднем нефтегазовые компании пока направляют на эти цели лишь около 1% от общих затрат — в первую очередь, на проекты в сфере солнечной и ветряной энергетики⁹⁵.

Европейские энергетические компании не только разворачивают корпоративные стратегии к безуглеродным решениям и активам, но и изменяют бизнес-структуры.

Так, концерн E.ON выделил в 2016 г. тепловые электростанции и международную торговлю энергоресурсами в отдельную компанию Uniper, сосредоточив бизнес на ВИЭ, электросетевом комплексе, а также новых потребительских сервисах. Все активы, связанные с возобновляемой энергетикой в компании Enel, были выделены в 2008 г.⁹⁶ в Enel Green Power, а инновационные бизнес модели — в Enel X. Компании Shell, Total и ENI создали отдельные подразделения для управления проектами и инвестициями в возобновляемую и низкоуглеродную энергетику.

Другим вариантом ответа энергетических компаний стал ребрендинг «от нефти к энергетике», в рамках которого осуществляется не только переименование компании, но и формируется новая стратегия устойчивого развития, как правило, через переход к «зеленой» повестке. Крупнейшая энергетическая компания Дании Danish Oil and Natural Gas сменила название на Ørsted, а норвежская Statoil была переименована в Equinor.

В рамках ответа на климатическую угрозу энергокомпании присоединяются к альянсам и инициативам, среди которых:

- Climate Ambition Alliance,
- Enhanced National Climate Plans,
- Carbon Neutrality Coalition,
- Deadline 2020,
- Businesses Ambition for 1.5°C,
- Net-Zero Asset Owner Alliance
- Powering Past Coal Alliance
- UN Global Compact Supports Business Action: Caring for Climate⁹⁷,
- Climate Action 100+⁹⁸

⁹⁵The Oil and Gas Industry in Energy Transitions / International Energy Agency, 2020.

⁹⁶<https://www.enelgreenpower.com/about-us/a/2017/10/the-company>

⁹⁷Caring for Climate — Business Case / United Nations Global Compact.

⁹⁸По данным отчета за 2019 г. Progress Report 2019 <http://www.climateaction100.org/>

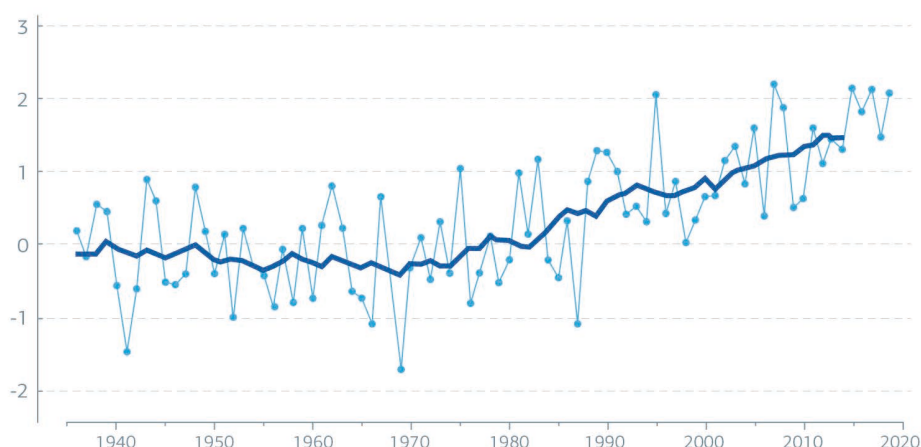
КЛИМАТ И РОССИЯ: ОСНОВНЫЕ ВЫЗОВЫ И РАЗВИЛКИ

Изменение климата в России: физические последствия

Глобальное изменение климата напрямую затрагивает Россию. Наша страна находится полностью в Северном полушарии, которое нагревается сильнее Южного, в том числе, из-за сложившегося соотношения суши и океана, а также океанических течений.

Более того, - согласно данным Росгидромета, на территории России в последние 40 лет потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем в среднем по планете — со скоростью роста температуры около $0,47^{\circ}\text{C}$ за 10 лет (на фоне среднемирового показателя $0,18^{\circ}\text{C}$ за 10 лет). В российской части Арктики скорость потепления еще больше - $0,8^{\circ}\text{C}$ за 10 лет (температура воздуха в 2019 г. оказалась выше нормы в среднем на $2,5^{\circ}\text{C}$)⁹⁹. По данным Гидрометцентра РФ, 2019 г. стал самым теплым в истории метеонаблюдений в России — среднегодовая температура превысила норму в любой точке страны.¹⁰⁰

Рисунок 17 Динамика среднегодовой аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России



Источник: Росгидромет¹⁰¹

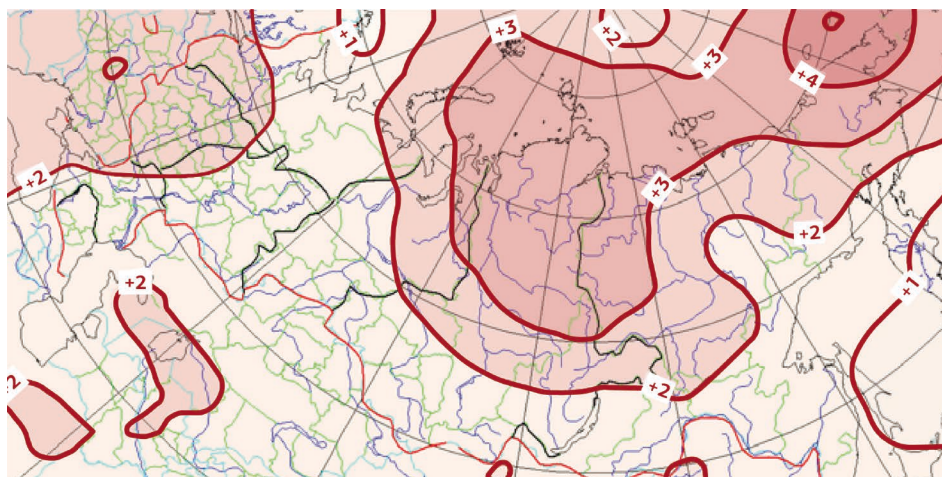
Аномалии среднегодовой температуры воздуха на части территории России в 2019 г. показаны на рис. 18 — в некоторых арктических регионах они достигали $+4^{\circ}\text{C}$.

⁹⁹ Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». / Минприроды РФ, 2019 г.

¹⁰⁰ Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли/Гидрометцентр РФ, 2019 г.

¹⁰¹ Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 г. / Росгидромет, 2020 г.

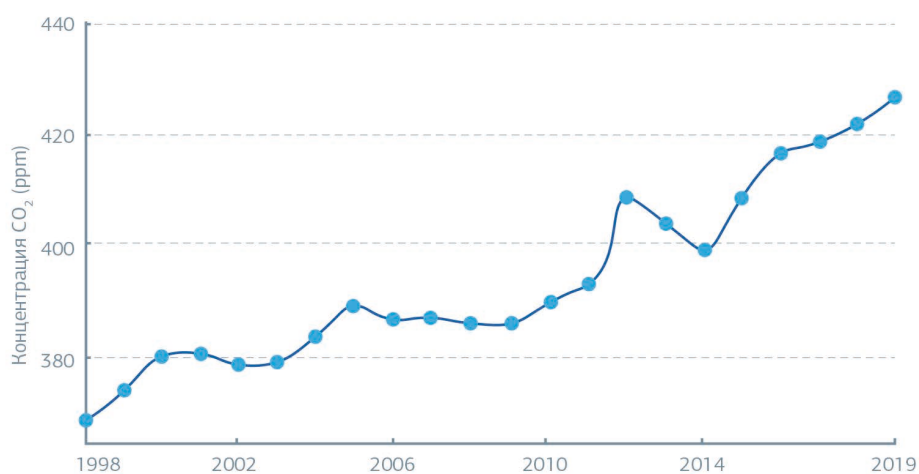
Рисунок 18 Аномалии среднегодовой температуры воздуха на территории России в 2019 г.



Источник: Гидрометцентр РФ¹⁰²

Регистрируется и рост концентрации CO_2 . В 2019 г. зафиксированы очередные максимумы концентрации углекислого газа в северных широтах (арктические станции Териберка, Новый порт, Тикси) — 414 ppm в среднем за год. На станции Обнинск в средней полосе России показания приближаются уже к 430 ppm (рис. 19).

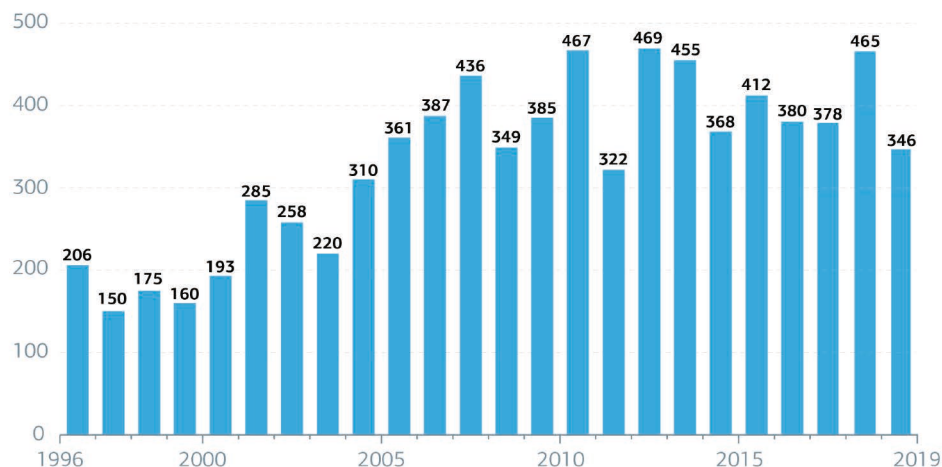
Рисунок 19 Среднегодовая концентрация CO_2 на станции Обнинск, ppm



Источник: Росгидромет

Отмечается рост неблагоприятных гидрометеорологических явлений, оказавших существенное влияние на экономику (рис. 20).

¹⁰² Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли / Гидрометцентр РФ, 2019 г.

Рисунок 20 Количество неблагоприятных гидрометеорологических явлений в России

Источник: Росгидромет, 2020

Прогнозы дальнейшего роста температуры, выполняемые на современных климатических моделях, показывают, что в России потепление будет идти интенсивнее, чем в среднем по миру¹⁰³. Наибольший рост приземной температуры ожидается зимой, причем он усиливается к северу, достигая максимальных значений в Арктике. К середине XXI в. летняя температура возрастет по отношению к концу XX в. на 2–3°C (сценарий RCP2.6) или на 3–4°C (сценарий RCP8.5).

В течение XXI века ожидается рост осадков (особенно зимой) с увеличением их «резкости» и пиковой интенсивности – сильных паводков и наводнений, штормовых ветров, колебаний погоды в виде череды холодных и теплых периодов.

Изменение климата, рост температур, учащение неблагоприятных погодных явлений, сдвиг климатических зон влияет на:

- **здоровье и жизнь людей** (учащение опасных природных явлений и их последствия; заболевания, связанные с волнами жары и холода, загрязнением воды и пищи, переносом инфекций от насекомых и грызунов, аллергия и др.)

По оценке UNISDR¹⁰⁴, аномальная жара 2010 г. в Европейской части России вошла в первую десятку самых смертоносных бедствий на Земле за последние 20 лет (седьмое место в рейтинге бедствий) — по данным российских и зарубежных исследований, приведенных Росгидрометом, число жертв составило 54–55,7 тыс. чел.

- **миграцию людей** из сопредельных и близких с Россией регионов, жизненный уровень в которых упадет из-за

¹⁰³Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Климатический центр Росгидромета. СПб. — 2017.

¹⁰⁴Бюро ООН по снижению риска стихийных бедствий

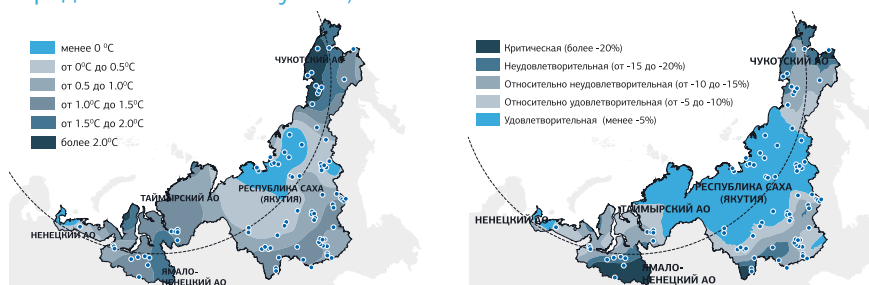
последствий изменения климата, например, из-за дефицита водных ресурсов в районах Центральной Азии.

- **продовольственную безопасность** (возникают риски из-за учащения засух и опустынивания земель в основных сельскохозяйственных районах России — таких, как Ставропольский край или Ростовская область).

К середине XXI в. биоклиматический потенциал в России может вырасти на 5-15%, при этом снижение продуктивности зерновых культур может составить 8-10%¹⁰⁵. В лесном хозяйстве ожидается сдвиг зоны лесов и повышение вероятности пожаров.

- **природные экосистемы** (их деградация приводит к уменьшению биоразнообразия, а учащение лесных пожаров напрямую влияет на экологическую обстановку в регионе и приводит к выбросам парниковых газов).
- долговечность **зданий и сооружений** из-за изменения проектных условий (колебания температуры, влажности, рост числа циклов замораживания/оттаивания, увлажнение с промерзанием, повышение уровня грунтовых вод, жидкие осадки в холодное время года приводят к ускоренному износу зданий). Дополнительный важный фактор — устойчивость многолетнемерзлых грунтов (рис. 21).

Рисунок 21 Изменения среднегодовой температуры воздуха (слева) и расчетной несущей способности свайных фундаментов (справа) в период между 1960-1970 гг. и 2000-2010 гг. (точками обозначены основные города и населенные пункты)



Источник: Анисимов, Стрелецкий [2015]¹⁰⁶

Из-за изменения внешних условий многие здания, построенные в 1960-х гг., находятся в аварийном состоянии (например, в Якутске цокольная часть кирпичных зданий полностью разрушена из-за конденсации влаги в стенах, а в Норильске количество зданий, получивших повреждения в последние 10 лет, оказалось выше, чем за предшествующие

¹⁰⁵ Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. А.И. Бедрицкого. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, ГЕОС, 2018.

¹⁰⁶ О.А. Анисимов, Д.А. Стрелецкий. Геокриологические риски при таянии многолетнемерзлых грунтов / Арктика. XXI век. Естественные науки. 2015. № 2.

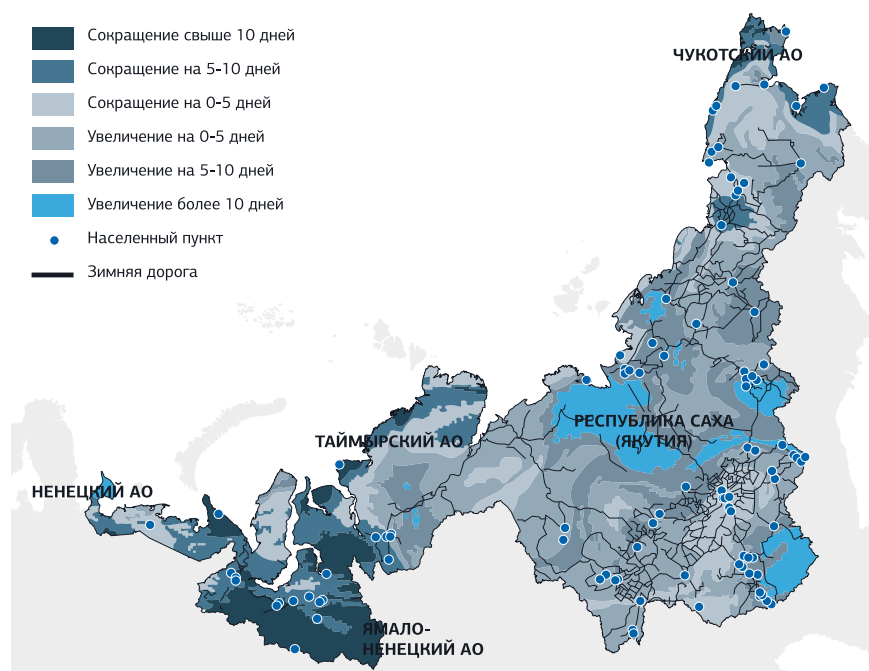
50 лет¹⁰⁷). Негативное влияние роста числа циклов замораживания и оттаивания наиболее выражено на территории Европейской части России.

- **трубопроводную инфраструктуру**, созданную, в основном, в середине XX в. и не рассчитанную на потепление климата, увеличение расходов воды в реках и повышение интенсивности деформации русел рек (из-за которых возникает риск повреждения трубопроводов в местах переходов через водные преграды).

В России проложено около 50 тыс. км нефтепроводов и 150 тыс. км газопроводов, пересекающих многочисленные реки. Через крупные и средние реки построено около 2000 переходов нефтепроводов. В каждом из таких коридоров располагается до 25 ниток трубопроводов. Трубопроводы, построенные на вечной мерзлоте, могут быть повреждены из-за уменьшения устойчивости грунта. Эта инфраструктура попадает под риск учащения аварийных ситуаций (с дополнительным ущербом экологии), роста затрат на ремонт и обслуживание — в зависимости от трассы и региона ее расположения.

- **устойчивость транспортной инфраструктуры**. Зимники (временные зимние дороги, работающие только в холодное время года, пока дорожное покрытие устойчиво), особо важные для северных и восточных регионов России (в том числе в районах нефтегазодобычи), чувствительны к изменению климата.

Рисунок 22 Изменение расчетной продолжительности эксплуатации зимних дорог в арктической зоне России в период между 1965-1975 гг. и 1995-2005 гг.



Источник: Анисимов, Стрелецкий [2015]

¹⁰⁷О.А. Анисимов, Д.А. Стрелецкий. Геокриологические риски при таянии многолетнемерзлых грунтов / Арктика. XXI век. Естественные науки. 2015. № 2.

По состоянию на начало XXI в. сроки эксплуатации зимников в Ямало-ненецком автономном округе сократились (рис. 22) на срок до 10 дней, а в Республике Саха (Якутия), наоборот, увеличились до 10 дней — по сравнению с 1965-1975 гг.

- **потребление тепловой и электрической энергии.** Потепление климата приведет к сокращению отопительного периода, а во время волн жары - увеличит потребление электроэнергии.

Для России важна проблема роста выбросов парниковых газов, связанных с таянием вечной мерзлоты, по мере потепления климата. Вечная мерзлота занимает до 65% территории страны (что составляет примерно 30% от общей площади зоны вечной мерзлоты в мире). В сценарии RCP 8,5 к 2100 г. ожидается существенное сокращение (на 30-99%) приповерхностной вечной мерзлоты повсеместно в Арктике, что приведет к выбросу в атмосферу от 10 до 240 миллиардов тонн углерода в виде CO₂ и метана и ускорению потепления климата.¹⁰⁸ Последние исследования арктических институтов США и Канады показывают,¹⁰⁹ что около 20% арктической вечной мерзлоты на суше уязвимы для внезапного оттаивания, и это может создать угрозу опасных разовых «бомбообразных» выбросов. Комплексное моделирование выбросов и поглощения парниковых газов в зоне вечной мерзлоты в XXI веке находится в ранней стадии развития, поэтому однозначных количественных оценок этих процессов пока нет.

Физические последствия изменения климата в этих и других сферах российской экономики можно оценить, создавая специальные расчетные модели. Такие модели должны учитывать факторы неопределенности — различия между федеральными округами России и отдельными регионами, различия в сценариях изменения глобального климата, различия в способах адаптации к этим изменениям, запас прочности имеющейся инфраструктуры и т.д. Важно учитывать как экономический ущерб, так и неэкономический - от потерь экосистемных услуг, утраты средств к существованию у населения, вынужденной миграции и т.п.

За последние 5-7 лет в России не опубликованы результаты каких-либо комплексных количественных исследований влияния изменения климата на национальную экономику по отраслям и регионам. По некоторым оценкам, ежегодный ущерб России только от опасных климатических явлений

¹⁰⁸IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner et al. (eds.)]. In press.

¹⁰⁹Turetsky, M.R. et al. Carbon release through abrupt permafrost thaw. Nat. Geosci. 13, 138-143 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0526-0>

достигает 30–60 млрд рублей¹¹⁰, ущерб от таяния вечной мерзлоты — до 150 млрд рублей¹¹¹. По оценке ИНХП РАН 2010 г., ущерб экономике от климатических явлений может достигать 2 % ВВП, при этом на отдельных обширных территориях этот показатель может достигать 4–5% регионального ВВП¹¹².

Климатическое регулирование в России: государства, города и бизнес

Россия активно участвует в работе МГЭИК с момента ее основания. Ее истоком стоял председатель Госкомгидромета СССР академик РАН Ю.А. Израэль (1930–2014 гг.), который был представителем России в МГЭИК в цикле Первого, Второго, Третьего, Четвертого и Пятого оценочных докладов. ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» координирует участие России в МГЭИК, а курируют его работу Росгидромет и Минприроды РФ¹¹³.

На уровне общественной озабоченности и стратегических приоритетов государства изменение климата пока уступает другим приоритетам.

Ключевыми экологическими проблемами население России считает вопросы загрязнения водоёмов рек, морей, океанов (70%), вырубки лесов (66%), состоянию воздуха (62%). При этом вопросами климатических изменений озабочены только 20% россиян¹¹⁴. В числе национальных целей и приоритетов деятельности Правительства РФ до 2024 года борьба с изменением климата не упоминается¹¹⁵.

Упоминание о климате присутствует в составе мер государственной политики по достижению национальных целей развития в разделе «Экология и природопользование» - в нем говорится о соблюдении международных соглашений, реализации мер регулирования выбросов парниковых газов, формировании системы мониторинга и отчетности об объемах выбросов парниковых газов, создании условий для сокращения выбросов парниковых газов и их абсорбции.

¹¹⁰<https://www.vedomosti.ru/politics/news/2015/11/17/617205-ezhegodni-uscherb-rossii-ot-opasnihi-klimaticheskikh-yavlenii-dostigaet-30-60-mlrd-rub-minprirodi>

¹¹¹<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-08/yen-slides-as-oil-price-war-adds-to-global-worries-markets-wrap>

¹¹²Оценки выполнены на основе метода аналогий, использующего данные по развитым странам и мировой экономике в целом. Подробнее см.: Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и на дальнейшую перспективу, под ред. В.М.Катцова, Б.Н.Кобышева, В.П.Мелешко; Росгидромет, 2011 (стр. 174).

¹¹³ <http://www.meteorf.ru/activity/international/mgeik>

¹¹⁴По результатам опроса в октябре 2019 года <https://media.fom.ru/fom-bd/d42ek2019.pdf>

¹¹⁵ «Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года» <http://static.government.ru/media/files/ne0vGNJUk9SQjlGNNsXlX2d2CpCho9qS.pdf>

Национальный проект «Экология» тему изменения климата и выбросов парниковых газов не затрагивает вовсе¹¹⁶. При этом в Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации¹¹⁷ «наращивание международных усилий по реализации климатической политики и ускоренному переходу к "зеленой экономике"» названо внешнеполитическим вызовом энергетической безопасности России. В этом же документе обозначена следующая позиция:

«Российская Федерация поддерживает международные усилия, направленные на противодействие изменению климата, <...> принимает участие в решении вопросов международной климатической политики в той мере, в какой эта политика отвечает ее национальным интересам, связанным с повышением качества жизни граждан, охраной окружающей среды и рациональным природопользованием. При этом Россия считает недопустимым рассмотрение вопросов изменения климата и охраны окружающей среды с предвзятой точки зрения, ущемление интересов государств - производителей энергоресурсов и намеренное игнорирование таких аспектов устойчивого развития, как обеспечение всеобщего доступа к энергии и развитие чистых углеводородных энергетических технологий.»

На уровне институтов исполнительной власти изменением климата занимаются:

- специальный представитель Президента РФ по вопросам климата,
- Правительство РФ (функционал, касающийся изменения климата, распределен между несколькими заместителями председателя¹¹⁸ и несколькими министерствами — отдельного координирующего заместителя председателя или отдельного министерства нет);
- Министерство экономического развития РФ (отвечает за разработку комплексной системы государственного регулирования выбросов парниковых газов¹¹⁹);
- Министерство природных ресурсов и экологии РФ (а также подчиненный ему Росгидромет — в части мониторинга изменения климата в России и международного сотрудничества в рамках МГЭИК).

¹¹⁶ Паспорт национального проекта «Экология», утвержденный президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16) http://www.mnr.gov.ru/activity/directions/natsionalnyy_proekt_ekologiya/

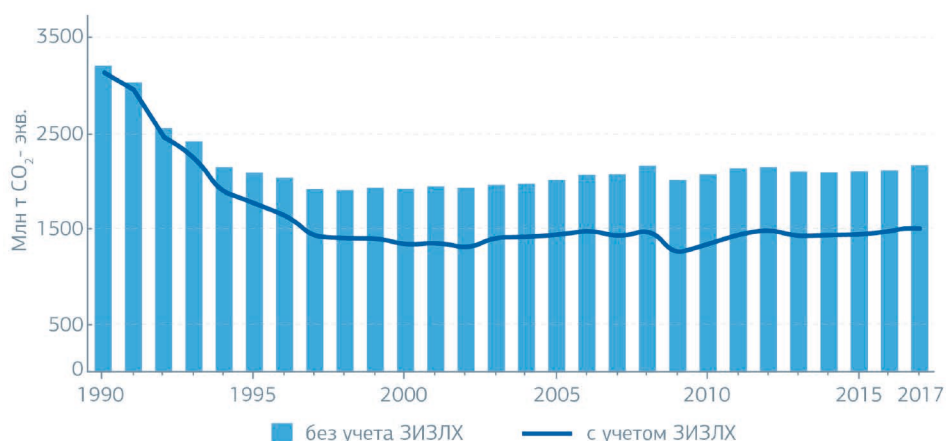
¹¹⁷ Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216 <https://minenergo.gov.ru/node/14766>

¹¹⁸ <http://government.ru/gov/responsibilities/>

¹¹⁹ https://economy.gov.ru/material/directions/investicionnaya_deyatelnost/obespechenie_razvitiya_ekonomiki_v_usloviyah_izmeneniya_klimata/klimaticheskaya_politika

Доля России в глобальных выбросах парниковых газов составляет около 5%. В начале 1990-х гг. (до 1998 г.) на фоне экономического спада антропогенные выбросы парниковых газов в России существенно снизились, затем до 2008 г. выбросы медленно росли и достигли уровня около 1,5 млрд т¹²⁰ CO₂-экв с учетом ЗИЗЛХ (рис. 23) — примерно половины от уровня выбросов 1990 г. Без учета ЗИЗЛХ снижение составило около 30%.

Рисунок 23 Совокупные антропогенные выбросы парниковых газов в России



Источник: Росгидромет, Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов¹²¹

По данным за 2017 г., 47% антропогенных выбросов парниковых газов в России приходятся на сектор электроэнергетики и теплоснабжения. Еще 43% выбросов обеспечиваются промышленностью, сжиганием топлива в транспортном секторе, а также выбросами метана при добыче и транспортировке ископаемых топлив.

Роль ЗИЗЛХ в России важнее, чем в ряде других крупнейших странах-эмитентах парниковых газов: управляемые земли в России обеспечили устойчивый тренд увеличения нетто-поглощения парниковых газов — до уровня 577 млн. тонн (27% от суммы выбросов во всех других секторах).

Предварительный определяемый на национальном уровне вклад (ОНУВ) России в рамках Парижского соглашения предусматривает к 2030 г. сокращение выбросов на 25-30% от уровня 1990 г. с учетом ЗИЗЛХ. Таким образом, это обязательство было выполнено еще в начале 1990-х гг., к настоящему времени оно перевыполнено. Более амбициозные цели на уровне правительства пока не обсуждаются.

¹²⁰Величина выбросов определяется расчетом и выбранной для него методикой. В 2018 г. выбросы России оценивались в 2 млрд тонн (на 0,5 млрд тонн больше) — из-за различных подходов к оценке утечек метана в газотранспортной и газораспределительной сети.

¹²¹Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом / Росгидромет. М., 2019.

В то же время у российской экономики есть возможности достичь углеродной нейтральности. Огромный потенциал есть как в части сокращения выбросов парниковых газов¹²² за счет повышения энергоэффективности и других низкоуглеродных технологий, так и в части поглощения за счет ЗИЗЛХ¹²³.

Углеродное регулирование в России находится в фазе становления. Проект федерального закона «О государственном регулировании выбросов парниковых газов» может быть принят до конца 2020 г.¹²⁴ Выбросы CO₂ не регулируются государством, внедрение системы сбора платы за выбросы или «цены на углерод» пока не стоят на повестке дня. В декабре 2019 г. был принят План первого этапа мероприятий по адаптации экономики и населения к изменениям климата до 2022 г.¹²⁵, состоящий из институциональных, организационных и методических мероприятий, описывающих подходы к решению задачи адаптации. Мероприятия по сокращению выбросов парниковых газов или адаптации в нем не описываются.

Первый драфт стратегии низкоуглеродного развития России опубликован для общественного обсуждения в марте 2020 г.¹²⁶

В интенсивном сценарии проекта стратегии низкоуглеродного развития России заложена цель по снижению выбросов парниковых газов к 2050 г. до 52% от уровня 1990 г., что не выглядит амбициозно на фоне стран-лидеров, стремящихся к углеродной нейтральности. При этом в базовом сценарии запуск системы торговли выбросами CO₂ не планируется.

В базовом сценарии снижения эмиссий планируется достичь, в первую очередь, за счет повышения энергоэффективности (роль ВИЭ не столь значительна). При этом энергоемкость ВВП планируется снизить почти на 50% к 2050 г. - хотя начало этого процесса приходится на 2030 г.

Довольно низкий приоритет защиты климата в федеральном центре транслируется **на региональный и муниципальный уровень** — российские города не объявляют климатического «чрезвычайного положения» и не ставят перед собой целей по снижению выбросов парниковых газов. Единственным исключением может считаться Москва, состоящая в альянсе

¹²² Сравнение прогнозов выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика» России на 2010-2060 гг. / И.А. Башмаков, А.Д. Мышак // Проблемы прогнозирования. 2014. №1 (142).

¹²³ Romanovskaya A.A. et al. 2019. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. - Miti-gation and Adaptation Strategies for Global Change. DOI 10.1007/s11027-019-09885-2.

¹²⁴ <https://tass.ru/obschestvo/691791>

¹²⁵ <http://government.ru/docs/38739/>

¹²⁶ Проект стратегии долгосрочного развития РФ до 2050 года с низким уровнем выбросом парниковых газов URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/babacbb75d32d90e28d3298582d13a75/proekt_strategii.pdf

«C40»¹²⁷ -сети мегаполисов, приверженных решению проблемы изменения климата. Но это исключение весьма условно — хотя в Москве действительно реализуются масштабные проекты, сокращающие выбросы парниковых газов (отказ от угля в пользу газа, развитие когенерации, развитие общественного транспорта, закупка электробусов), в публичном пространстве эти проекты почти не ассоциируются с защитой климата.

На **корпоративном уровне** в России климатическая повестка актуальна для публичных компаний, привлекающих иностранные инвестиции, кредитные средства в иностранных банках и имеющих иностранных акционеров. В таких компаниях интерес к уменьшению углеродного следа постепенно растет по мере ужесточения соответствующих политик — в первую очередь, в Европе.

Алюминиевая компания РУСАЛ, входящая в электрометаллургический холдинг En+ Group, реализует экологическую программу модернизации, которая приведет к сокращению выбросов парниковых газов на 15% на алюминиевых заводах компании и на 10% — на глиноземных производствах к 2025 г. Компания с 2017 г. оценивает инвестиционные проекты с учетом внутренней цены на углерод, хотя в России внедрение этого механизма пока не планируется. Кроме того, En+ Group в 2019 г. выделила угольные электростанции в отдельную компанию с перспективой ее последующей продажи.

Лесохимическая компания АО «Архангельский ЦБК» в 2018 г. утвердила стратегию низкоуглеродного развития на период до 2030 г., в соответствии с которой приняла на себя добровольное обязательство к 2030 г. сократить суммарные прямые и энергетические косвенные выбросы парниковых газов на 55% по сравнению с 1990 г. — до 1,4 млн. тонн CO₂-экв. в год¹²⁸.

В декабре 2019 г. нефтяная компания ЛУКОЙЛ презентовала¹²⁹ долгосрочную стратегию. По мнению компании, для удержания роста глобальной температуры существенно ниже 2°C, помимо распространения ВИЭ, необходимо активно внедрять технологии по улавливанию, утилизации и хранению CO₂, а также изменить подход к лесоразведению и землепользованию¹³⁰. Кроме того, в 2020 г. компания планирует утвердить климатическую стратегию, целью которой является достижение к 2050 г. нулевых выбросов CO₂.

¹²⁷ <https://www.c40.org/about>

¹²⁸ <https://www.appm.ru/press-center/atsbk-prinyal-strategiyu-nizkouglerodnogo-razvitiya-do-2030-g/>

¹²⁹ <https://www.interfax.ru/business/688438>

¹³⁰ Основные тенденции развития мирового рынка жидких углеводородов до 2035 года / Нефтяная компания ЛУКОЙЛ, 2019. Режим доступа: <https://lukoil.ru/Business/Futuremarkettrends>

Нефтяная компания Татнефть осенью 2019 г. обновила политику в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды, впервые отразив в ней принципы и основы деятельности в области предотвращения изменения климата, комплексного учета выбросов парниковых газов.

Тема климатических рисков для бизнеса интересует гораздо больший круг российских компаний: к теме TCFD-отчетности проявляют¹³¹ интерес представители нефтегазового (Газпром, Роснефть, Татнефть, Лукойл, Сургутнефтегаз, Новатэк), горнорудного и металлургического (Русал, Полиметалл, Металлоинвест, Уралкалий, ЕВРАЗ), электроэнергетического (ИНТЕР РАО ЕЭС, ФСК ЕЭС), деревообрабатывающего (Группа Илим, Сегежа Групп, Архангельский ЦБК) и других секторов экономики.

Риски для российского экспорта

Уже сегодня в связи с климатической проблематикой возникают долгосрочные риски для всего российского экспорта (вне зависимости от физического воздействия изменения климата на экономику России, отношения российских стейкхолдеров к проблеме защиты климата и от темпов развития климатического регулирования в России).

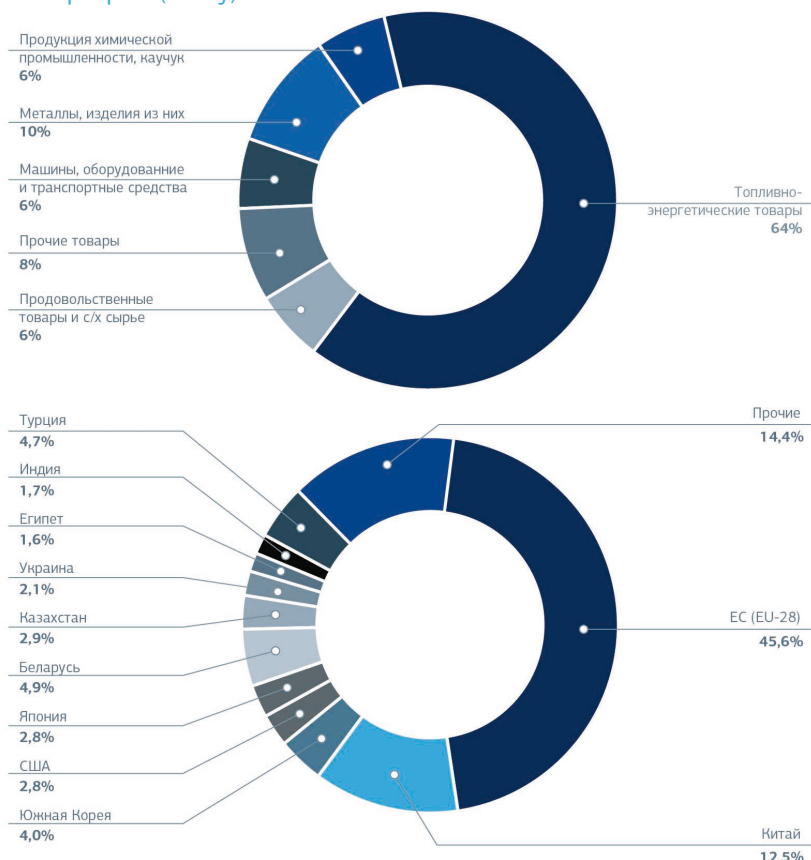
В 2018 г. около 64% российского экспорта пришлось на нефть, газ, уголь и нефтепродукты (рис. 24). Страны Евросоюза обеспечили почти треть экспортной выручки. По данным на 2011 г., Россия являлась абсолютным лидером в мире (среди крупнейших экономик) по углеродоёмкости экспорта (рис. 25) из-за большой доли энергоносителей и энергоёмких товаров.

Усиливают углеродоемкость экспорта относительно низкий уровень технологического развития и, как следствие, низкая энергоэффективность российской экономики — по данным Международного энергетического агентства, энергоемкость ВВП в России в 2-3 раза выше, чем в большинстве развитых экономик. По данным Минэкономразвития РФ, по итогам 2018 г. энергоемкость ВВП России снизилась всего на 12% по отношению к 2007 г.¹³²

¹³¹ <https://is.gd/pMAbgt>

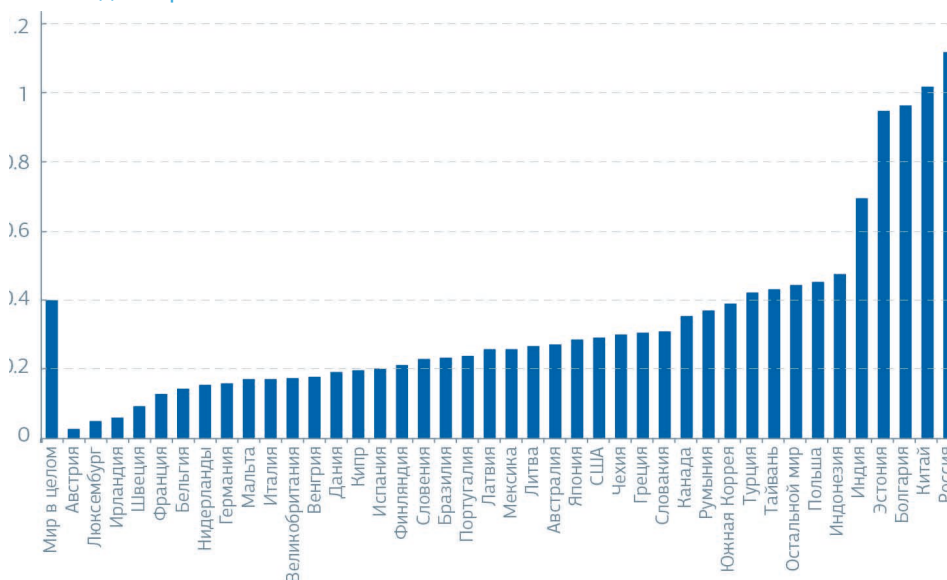
¹³² Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2018 г. / Минэкономразвития РФ, декабрь 2019 г.

Рисунок 24 Структура российского экспорта по типу продукции (сверху) и по импортерам (снизу) в 2018 г.



Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО по данным Минэкономразвития РФ¹³³, Федеральной таможенной службы¹³⁴

Рисунок 25 Углеродоемкость экспорта стран мира в 2011 г., т / тыс. долларов США



Источник: Макаров, Соколова, ГУ-ВШЭ¹³⁵

¹³³ http://www.ved.gov.ru/monitoring/foreign_trade_statistics/basic_goods_export (дата обращения: 04.03.2020).

¹³⁴ Итоги внешней торговли с основными странами. Январь — декабрь 2018 // ФТС [сайт]. URL: http://customs.ru/storage/document/document_statistics_file/2019-06/04/IyU0/WEB_UTSA_09.xls

¹³⁵ Макаров И. А., Соколова А. К. Оценка углеродоемкости внешней торговли России // Экономический журнал ВШЭ. 2014. Т. 18. № 3. С. 490.

В этой связи серьезный риск представляет введение механизма пограничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism), предложенного Еврокомиссией в рамках программы Европейской «зелёной» сделки (European Green Deal) в декабре 2019 г.¹³⁶ По сути, предлагается ввести дополнительный сбор на некоторые энергоёмкие виды продукции¹³⁷, импортируемой в Европу, который бы учитывал её углеродный след, и таким образом исправить ситуацию, при которой не отягощённый жёсткими экостандартами и потому более дешёвый импорт имеет конкурентное преимущество перед продукцией европейских поставщиков. Рассматриваются разные формы механизма: углеродный налог (на импорт и на внутреннюю продукцию); углеродная таможенная пошлина; налог на импорт; или расширение Европейской системы торговли разрешениями на выбросы (EU ETS). Вероятным препятствием на пути к реализации данной инициативы станет - её приведение в соответствие с требованиями ВТО, запрещающими ставить в неравное положение внешних и внутренних производителей схожих товаров. Законопроект, как ожидается, будет готов в 2021 г.¹³⁸; в данный момент он находится в разработке в Еврокомиссии, которая уже запустила сбор отзывов об инициативе.¹³⁹

Другой пример риска для российских компаний - «Система компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации» (CORSIA)¹⁴⁰, утвержденная в октябре 2016 г. на 39-й Ассамблее Международной организации гражданской авиации (ICAO). Данная система, накладывающая обязательства на всех членов ICAO, имеет целью стабилизировать эмиссию CO₂ в авиации на уровне 2020 г. с тем, чтобы к 2050 г. достичь двукратного снижения по отношению к уровню 2005 г. На предварительном этапе (т.н. базовом периоде), с января 2019 г., все крупные¹⁴¹ авиакомпания обязались готовить и представлять данные о своих выбросах CO₂, верифицировать её в аккредитованных организациях и затем передавать государству для публикации¹⁴². Начиная с 2021 г. запускается сама система, в рамках которой авиакомпании обязаны полностью компенсировать свои выбросы свыше уровня 2020 г.,

¹³⁶ Источник: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf.

¹³⁷ Рынки стали, цемента и алюминия могут стать первыми, на которых данный механизм будет опробован — источник: <https://www.reuters.com/article/us-climate-change-eu-carbon-tax-explainer/explainer-what-an-eu-carbon-border-tax-might-look-like-and-who-would-be-hit-idUSKBN1YE1C4>

¹³⁸ Источник: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_335

¹³⁹ Источник: <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12228-Carbon-Border-Adjustment-Mechanism>.

¹⁴⁰ Окончательно пакет документов был принят в качестве приложения к Чикагской конвенции и является обязывающим для всех стран-членов организации.

¹⁴¹ с годовым объёмом выбросов CO₂ больше 10 тысяч тонн в год.

¹⁴² https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/CorsiaBrochure_8Panels-RUS-Web.pdf

инвестируя в «зелёные» проекты (необязательно в авиации). До 2026 г. страны-члены ИКАО могут добровольно принять участие в пилотной фазе внедрения, однако с 2027 г. система станет обязательной для всех членов, кроме наименее развитых, островных государств, а также развивающихся стран, не имеющих выхода к морю.

Комплексные количественные оценки рисков пограничного углеродного регулирования или CORSIA для российской экономики в публичном пространстве отсутствуют.

В то же время, имеются сценарные оценки изменения основной статьи экспорта из России — экспорта энерго-ресурсов - на горизонте до 2030-2040 гг.

В исследовании НИУ ВШЭ и MIT (2014 г.) рассмотрено несколько сценариев будущего, среди которых сценарий «2 градуса — Россия+» предполагает реализацию странами вкладов в рамках Парижского соглашения. В Прогнозе развития энергетики России и мира ИНЭИ РАН и Московской школы управления СКОЛКОВО (2019г.) сценарий «Энергопереход» также подразумевает реализацию этих вкладов, сопровождаемую «энергетическим переходом» к низкоуглеродным технологиям, быстрым их развитием и трансфером между странами.

В этих сценариях российский экспорт энергоресурсов существенно сокращается к 2040 г. по сравнению с 2015 г. — на 9% в прогнозе ИНЭИ-СКОЛКОВО и на 44% в оценке НИУ ВШЭ. При этом, по прогнозу ИНЭИ-СКОЛКОВО, экспорт в 2040 г. будет ниже текущего (2019 г.) на 15% в натуральном выражении и на 17% в денежном выражении (рис. 26).

Важно отметить, что эти оценки были сделаны до "коронакризиса", а с учетом влияния COVID-19 на конъюнктуру энергетических рынков, все прогнозы окажутся еще более негативными.¹⁴³

В более благоприятных (с точки зрения экспортной конъюнктуры) сценариях этих прогнозов допускается некоторый рост экспорта энергоресурсов к 2040 г. по сравнению с 2015 г. (примерно на 28% в оценке ВШЭ и 9% в Прогнозе ИНЭИ РАН и Московской школы управления СКОЛКОВО). Но вероятность этих сценариев снижается по мере ужесточения климатической политики на ключевых для России экспортных рынках.

Снижение российского энергетического экспорта в первую очередь обусловлено сокращением объемов экспорта нефти

¹⁴³ Коронакризис: влияние COVID-19 на ТЭК в мире и России. / Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, апрель 2020

и — даже в большей мере — экспорта нефтепродуктов. Это объясняется одновременным влиянием как внутренних факторов (отсутствие роста добычи нефти), так и внешних (снижение спроса на жидкие углеводороды со стороны европейского рынка и ужесточение конкуренции на азиатском рынке).

Рисунок 26 Прогнозы экспорта энергоресурсов из России в 2030 и 2040 гг., млн. т н.э.



Источник: ИНЭИ РАН - Московская школа управления СКОЛКОВО¹⁴⁴, НИУ ВШЭ¹⁴⁵

Экспорт углеводородов играет важнейшую роль для национальной экономики. Несмотря на принимаемые российским правительством меры¹⁴⁶ по стимулированию несырьевого экспорта, устойчивого тренда на снижение доли нефтегазовых доходов в федеральном бюджете за последние 10 лет пока достичь не удалось — она колебалась в диапазоне от 36 до 51% (рис. 27).

Влияние снижения экспорта энергоресурсов на темпы развития российской экономики оценено в прогнозе ИНЭИ-СКОЛКОВО. К 2040 г. бюджетные поступления ждут существенные сокращения во всех рассмотренных сценариях. Это связано с потребностью в значительном увеличении финансовой (включая налоговую) поддержки для новых сложных добычных и транспортных проектов, а также с расширением экспорта топлива без взимания экспортных пошлин. В сценарии «Энергопереход» без адаптации российской энергетической политики к изменившейся

¹⁴⁴ Прогноз развития энергетики мира и России 2019 / под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина. ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019.

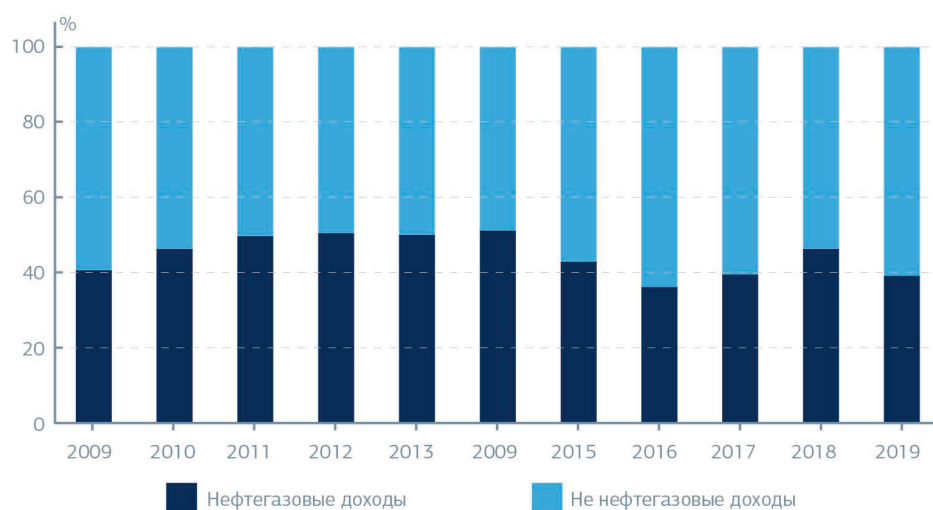
¹⁴⁵ Макаров И. А. и др. Последствия Парижского климатического соглашения для экономики России. // Вопросы экономики. 2014. Т. 18. № 3. С. 76–94.

¹⁴⁶ В т.ч. в рамках Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 г. Режим доступа: <http://kremlin.ru/supplement/424>

¹⁴⁷ Министерство финансов РФ. Ежегодная информация об исполнении федерального бюджета (данные с 1 января 2006 г.) / Режим доступа: <https://www.minfin.ru/ru/statistics/fedbud/>

внешней конъюнктуре темп роста ВВП может быть ограничен величиной 0,6-0,8% в год на горизонте до 2040 г.

Рисунок 27 Доля нефтегазовых доходов в структуре доходов федерального бюджета России, %



Источник: Минфин РФ¹⁴⁸

Возможные варианты реагирования

Возможные способы реагирования России на глобальную климатическую угрозу, на взгляд авторов, могут зависеть от двух основных факторов неопределенности:

(1) Темп глобального реагирования на изменение климата — в диапазоне от медленного до быстрого;

(2) Отношение российского общества и государственных органов власти к проблеме изменения климата — в диапазоне от пассивного до активного.

Медленное глобальное реагирование на изменение климата соответствует продолжению текущих трендов в климатическом регулировании и технологическом развитии¹⁴⁹. Международные климатические соглашения (например, Парижское) не достигают своих целей из-за неготовности участников идти на компромиссы, из-за чего реализуются негативные сценарии роста концентрации CO₂ и глобальной температуры. В развитых странах предполагаются умеренные вложения в создание зеленой экономики.

Быстрое глобальное реагирование на изменение климата соответствует успешному достижению вкладов участников международных климатических соглашений (например, Парижского), в результате чего удастся реализовать

¹⁴⁸ Министерство финансов РФ. Ежегодная информация об исполнении федерального бюджета (данные с 1 января 2006 г.) / Режим доступа: <https://www.minfin.ru/ru/statistics/fedbud/>

¹⁴⁹ Этот вариант соответствует Консервативному сценарию, более подробно описанному в Прогнозе развития энергетики мира и России 2019 ИНЭИ-СКОЛКОВО.

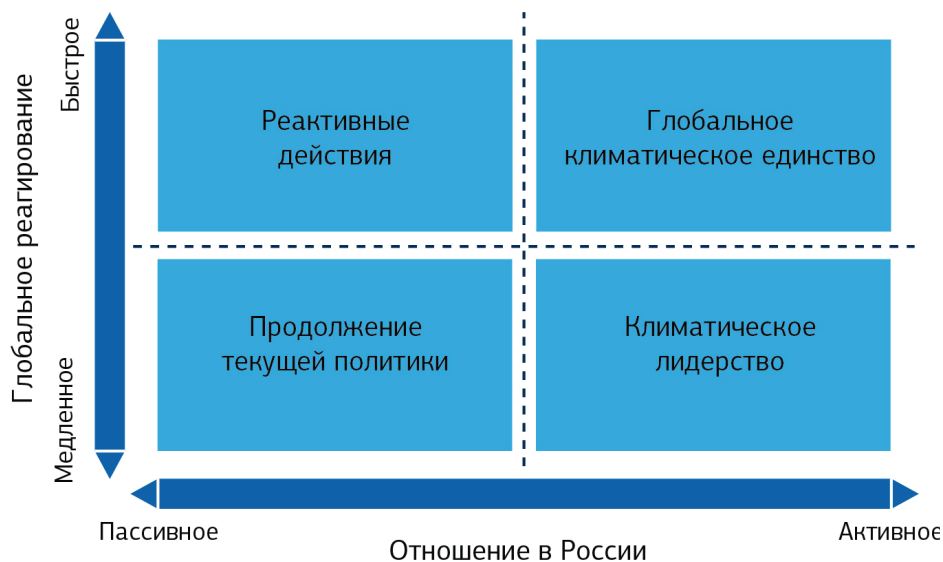
оптимистические сценарии роста концентрации CO_2 и глобальной температуры¹⁵⁰. Этого удастся достичь за счет ускоренного развития новых технологий и кратного сокращения времени их трансфера от развитых стран к развивающимся. Потребуется массированная государственная поддержка, направленная на энергосбережение и внедрение низкоуглеродных технологий.

Пассивное отношение российского общества и государственных органов власти к проблеме изменения климата — это, фактически, сохранение текущей ситуации (см. раздел «Климатическое регулирование в России: государства, города и бизнес»).

Активное отношение российского общества и государственных органов власти к теме изменения климата может состоять в признании этой проблемы в числе приоритетов государственной политики и общественного внимания — в той же мере, как это происходит сейчас в Евросоюзе (см. предыдущий раздел).

В зависимости от двух основных факторов неопределенности, описанных выше, возникает пространство различных сценариев будущего (рис. 28).

Рисунок 28 Пространство сценариев будущего — в зависимости от внешнего и российского реагирования на проблему изменения климата



Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО

Из множества вариантов развития можно выделить четыре крайних сценария: "Продолжение текущей политики", "Реактивные действия", "Климатическое лидерство"

¹⁵⁰ Этот вариант соответствует сценарию «Энергопереход» Прогноза развития энергетики мира и России 2019 ИНЭИ-СКОЛКОВО.

и "Глобальное климатическое единство". Возможные рамки изменения некоторых ключевых параметров энергетической и климатической политики по этим сценариям представлены в таблице 4.

Таблица 4 Ключевые параметры энергетической и климатической политики России по сценариям реагирования на климатическую угрозу.

Ключевые параметры	Продолжение текущей политики	Реактивные действия	Климатическое лидерство	Глобальное климатическое единство
Роль национальной климатической политики	Низкий приоритет	Средний приоритет	Высокий приоритет	Высокий приоритет
ОНУВ	Текущий уровень цели (70 - 75%*)	Умеренное усиление цели (50%*)	Умеренное усиление цели (50%*)	Агрессивное усиление цели (30%*)
Национальная система климатического мониторинга	Вводится	Вводится	Оперативно вводится	Оперативно вводится
Ценовое регулирование выбросов	Не вводится	Не вводится	Вводится	Вводится
Меры по снижению эмиссий/увеличению поглощения парниковых газов	Внедряются имеющиеся инициативы	Внедряются имеющиеся инициативы	Внедряются имеющиеся и ограниченные дополнительные инициативы	Внедряются имеющиеся и широкий набор дополнительных инициатив
Инвестиции в сектор ископаемых топлив	Сохраняются на текущем высоком уровне	Постепенно снижаются до уровня, необходимого для покрытия внутреннего спроса	Постепенно снижаются до уровня, необходимого для покрытия внешнего спроса	Значительно снижаются
Экспорт углеводородов	Продолжение роста	Стабилизация и постепенное снижение	Продолжение роста	Стабилизация и постепенное снижение
Экспорт новых перспективных товаров (водород, металлы платиновой группы и другое сырье)	Конъюнктурный подход	Проактивный подход	Конъюнктурный подход	Проактивный подход

*Цель по снижению выбросов к 2030 г. от уровня в 1990 г. с учетом ЗИЗЛХ

Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО

Глобальный "энергетический переход" к низкоуглеродному развитию создает для российской экономики не только угрозы, но и возможности. Прежде всего, они связаны с ростом глобального спроса на новые товары - низкоуглеродные энергоносители (например, водород) или металлы платиновой группы и другое сырье. Эти материалы критически важны для развития систем хранения энергии, электротранспорта, топливных элементов, ветряной и солнечной энергетики, систем управления и т.д. - всех технологий, обеспечивающих Энергетический переход и декарбонизацию. В сценариях "Климатическое лидерство" и "Глобальное климатическое единство" можно ожидать многократного роста спроса на эти товары.

Сценарии «Реактивные действия» и «Климатическое лидерство» для России возможны, но представляются маловероятными.

В гипотетическом сценарии «Климатическое лидерство» наша страна должна будет взять на себя роль флагмана в борьбе с изменением климата, причем на фоне низкой активности остального мира в этой сфере. Предотвратить негативные физические последствия изменения климата (в том числе на российской территории) при таком развитии событий (без участия других крупных эмитентов) всё равно не удастся. Ущерб для российской экономики из-за введения высокой цены на углерод и других мер почти гарантирован. Таким образом, у России не будет стимулов для реализации этого сценария (наоборот, его нужно будет избежать).

С другой стороны, сценарий «реактивных действий» исключительно через модификацию структуры нашего экспорта тоже вряд ли приведет к успеху. В этом гипотетическом сценарии наиболее высок риск ущерба российскому экспорту из-за его высокой углеродоёмкости и преобладания углеводородов. В условиях ориентации внутреннего российского рынка на углеводороды и на ограниченное внедрение мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов, развить низкоуглеродные направления экспорта будет очень трудно. Любой низкоуглеродный проект (например, в сфере «зеленого» или «голубого» водорода) чаще всего будет неконкурентоспособен внутри страны по сравнению с его «углеводородным» аналогом - ведь в этом сценарии цена на углерод не вводится. Это резко сузит объем внутреннего рынка, сделает российские экспортные проекты менее привлекательными по сравнению с конкурирующими странами. Кроме того, в таком сценарии будет трудно использовать возможности для развития инновационной экономики - российские поставщики инновационных низкоуглеродных решений в условиях узости внутреннего рынка получают стимул перемещаться за пределы России. Поэтому сценарий «Реактивных действий» представляется авторам нежизнеспособным в долгосрочной перспективе. Эти инвестиции вряд ли будут оправданы без введения в России полномасштабного углеродного регулирования с экономическим стимулированием.

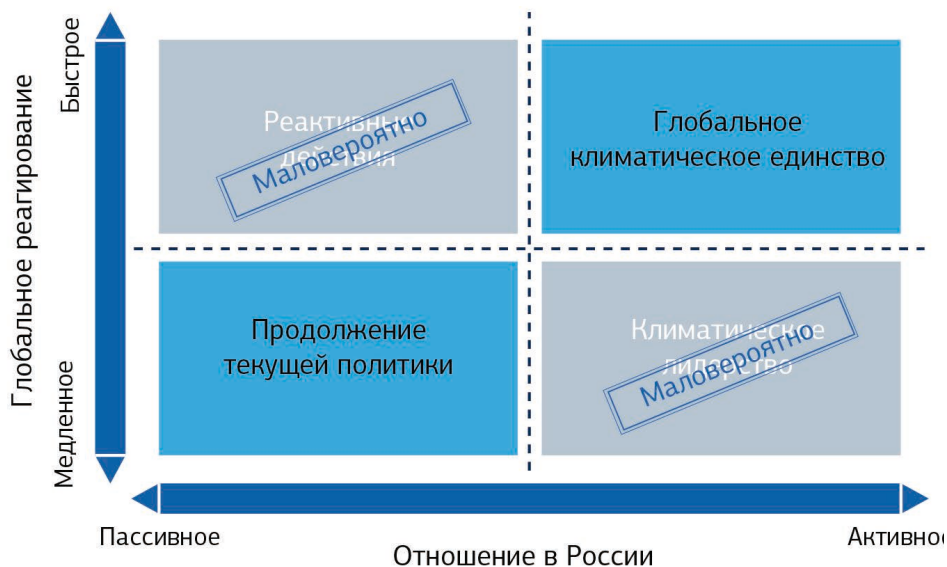
Поэтому основной выбор, по нашему мнению, лежит между сценариями «Продолжение текущей политики» и «Глобальное климатическое единство». У каждого из этих сценариев существует свой набор рисков.

Риски сценария «Продолжение текущей политики»:

- увеличение ущерба населению, экономике и окружающей среде от физического влияния изменения климата;
- сокращение объемов и финансовых поступлений от российского экспорта;

- ограниченность экономически доступных ископаемых ресурсов (и модели ресурсной экономики) для обеспечения экономического роста страны в долгосрочной перспективе.

Рисунок 29 Пространство сценариев будущего — в зависимости от внешнего и российского реагирования на проблему изменения климата



Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО

Барьеры на пути реализации сценария «Глобальное климатическое единство»:

- отсутствие достоверных комплексных оценок потенциального физического ущерба для России от изменения климата — т.е. четкого понимания масштаба климатической угрозы;
- риски потери текущих рынков сбыта (прежде всего, ископаемых топлив) из-за снижения конкурентоспособности — и, соответственно, падения выручки базовых отраслей экономики и снижения налоговых поступлений в бюджет;
- социальные ограничения — от рабочих мест в энергетическом секторе зависит жизнедеятельность многих городов и отдельных регионов, а в этом сценарии возникает необходимость их перепрофилирования в соответствии с потребностями низкоуглеродной экономики;
- рост тарифов на тепловую энергию, электроэнергию и другие услуги ЖКХ для всех типов потребителей в России, включая население.

Риски всех сценариев описаны на рис. 30.

Рисунок 30 Риски крайних сценариев развития для России

ВАРИАНТЫ РЕАГИРОВАНИЯ		Продолжение текущей политики	Реактивные действия	Климатическое лидерство	Глобальное климатическое единство
	Масштаб изменения климата и его последствий	■	■	■	■
	Риски для инвесторов в ТЭК	■	■	■	■
	Риски для несырьевых экспортеров	■	■	■	■
	Рост локальных тарифов на ЖКХ	■	■	■	■
	Риск торможения экономического роста	■	■	■	■
		■ Высокий	■ Средний	■ Низкий	

Источник: Московская школа управления СКОЛКОВО

Траектория низкоуглеродного развития представляется сторонниками «продолжения текущей политики» как угроза национальным интересам, а текущий вклад России в борьбу с изменением климата оценивается ими как значительный и достаточный. Звучат обвинения других стран в недобросовестной конкуренции и углеродном протекционизме, и даже высказывается подозрение, что климатическая повестка специально инициирована странами-импортерами углеводородов для продвижения собственных технологий на основе ВИЭ.

Но рассуждения о теории заговоров никак не помогут нейтрализовать перечисленные выше риски сценария «Продолжения текущей политики» или диверсифицировать российскую экономику. В то же время, для начала движения в направлении сценария «глобального климатического единства» России можно сделать несколько не очень масштабных шагов, не дожидаясь кардинальных перемен в экономике. К ним относятся:

- ускоренное создание Государственной системы климатического мониторинга — в том числе мониторинга климата, последствий его изменения и мониторинга климатической деятельности (как митигации, так и адаптации)¹⁵¹;
- Включение в национальные проекты и государственные программы целевых показателей по защите климата и сокращению нетто-выбросов парниковых газов;
- Изучение и внедрение стандартов международной климатической отчетности для российского бизнеса — как первый шаг на пути к разработке индивидуальных программ по снижению углеродного следа;

¹⁵¹ Романовская А.А. К концепции государственного управления и мониторинга в сфере изменения климата в России / ПЭММЭ, Том XXXI, № 3-4, 2019. DOI: 10.21513/0207-2564-2019-3-61-83.

- Интенсификация усилий в сфере повышения энергоэффективности, включая возобновление бюджетного финансирования;
- Выбор приоритетов среди перспективных для России направлений низкоуглеродного развития, — например, технологий по улавливанию, утилизации и хранению CO₂, водородных технологий, энергоэффективности или повышения поглощения CO₂ на управляемых землях.

Указанные выше шаги не достаточны для присоединения России к мировым лидерам в борьбе с изменением климата. Однако они смогут значительно продвинуть страну в этом направлении, последовательно снимая существующие барьеры и адресуясь к рискам «продолжения текущей политики».

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years. / Shaun A. Marcott, Jeremy D. Shakun, Peter U. Clark and Alan C. Mix. DOI: 10.1126/sci-ence.1228026, *Science* 339 (6124), 1198-1201. March 2013.
2. Caring for Climate — Business Case / *United Nations Global Compact*.
3. Climate risk and response. Physical hazards and socioeconomic impacts / *McKinsey Global institute*, January 2020.
4. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Kadner, S., Minx, J. C., Brunner, S., ... Zwickel, T. (2014). Technical Summary. In *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
5. Glacier Mass Balance and Regime: Data of Measurements and Analysis / M. Dyurgerov, *Institute of Arctic and Alpine Research. University of Colorado, Boulder, Colorado, USA* — 2002.
6. Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States / *National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services (NOAA)*. Maryland, USA — January 2017.
7. Green Bond Market Summary 2019 / *The Climate Bonds Initiative*. Февраль 2020.
8. Hartmann, D.L. et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC* [Stocker, T.F. et al (eds.)]. Cambridge University Press, UK, NY, USA.
9. IEA World Energy Investments 2019
10. IEA. World Energy Outlook 2019.
11. Kraev G. et al. Methane in Gas Shows from Boreholes in Epigenetic Permafrost of Siberian Arctic / *Geosciences*, January 2019
12. Krivova, N. A., S. K. Solanki, T. Wenzler, and B. Podlipnik (2009), Reconstruction of solar UV irradiance since 1974, *J. Geophys. Res.*, 114, D00I04, doi:10.1029/2009JD012375.

13. Ritchie H., Roser M. (2020) - "CO₂ and Greenhouse Gas Emissions". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>' [Online Resource]
14. Romanovskaya A.A. et al. 2019. Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation. - Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. DOI 10.1007/s11027-019-09885-2.
15. Scientists Reach 100% Consensus on Anthropogenic Global Warming / J. Powell. National Physical Science Consortium, Los Angeles, CA, USA // <https://doi.org/10.1177/0270467619886266>, November 2019.
16. Shell Energy Transition Report / Royal Dutch Shell plc. Апрель 2018.
17. Energy Revolution: Global Outlook. Drax: Selby /Staffell, M. Jansen, A. Chase, E. Cotton and C. Lewis (2018).
18. The heat is on. Insurability and Resilience in a Changing Climate. Emerging Risk Initiative - Position Paper / Group Chief Risk Officer (CRO), January 2019
19. The Oil and Gas Industry in Energy Transitions / International Energy Agency, 2020
20. The sustainability imperative. New insights on consumer expectations / Nielsen, October 2015
21. The Sustainability Yearbook 2020 / S&P Global, January 2020.
22. WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018 / World Meteorological Organization. Geneva, 2019
23. Zack P. Grant & James Tilley (2019) Fertile soil: explaining variation in the success of Green parties, West European Politics, 42:3, 495-516, DOI: 10.1080/01402382.2018.1521673
24. Геокриологические риски при таянии многолетнемерзлых грунтов / Анисимов О.А., Стрелецкий Д.А., Арктика. XXI век. Естественные науки. 2015. № 2
25. Возобновляемые источники энергии как новый шаг развития для нефтегазовых компаний / Группа стратегического и операционного консультирования КПМГ. Декабрь 2019.
26. Глобальный цикл CO₂: основные процессы и взаимодействие с климатом / Елисеев А.В., ИФ РАН, Приволжский федеральный университет. // Фундаментальная и прикладная климатология, №4. — 2017.

27. ГОСТ Р 56276-2014/ISO/TS 14067:2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Газы парниковые. Углеродный след продукции. Требования и руководящие указания по количественному определению и предоставлению информации.
28. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». / Минприроды РФ, 2019 г.
29. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2018 г. / Минэкономразвития РФ, декабрь 2019.
30. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / Климатический центр Росгидромета. СПб. — 2017.
31. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 г. / Росгидромет, 2019.
32. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 г. / Росгидромет, 2020.
33. Анализ деятельности ведущих нефтегазовых компаний в области возобновляемой энергетики // Ермоленко Г. В., Аналитические обзоры Института энергетики НИУ ВШЭ. — Октябрь 2017 — 57 с.
34. Изменение климата. Глоссарий терминов, используемых в работе РКИК ООН / Кокорин А.О. и др., WWF России, Москва, 2015 г., 92 стр.
35. Изменение климата. / Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Пособие для педагогов старших классов. 2010, М., WWF России. 52 с.
36. Котляков В.М., Глазовский А.Ф., Москалевский М.Ю. Динамика массы льда в Антарктиде в эпоху потепления. Лёд и Снег. 2017;57(2):149-169. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2017-2-149-169>
37. Последствия Парижского климатического соглашения для экономики России. //Макаров И. А. и др. Вопросы экономики. 2014. Т. 18. № 3. С. 76–94.
38. Оценка углеродоемкости внешней торговли России // Макаров И. А., Соколова А. К., Экономический журнал ВШЭ. 2014. Т. 18. № 3. С. 490.
39. МГЭИК. Глобальное потепление на 1,5 °С. Резюме для политиков (на русском) / Специальный доклад МГЭИК о последствиях глобального потепления на 1,5 °С выше доиндустриальных уровней и о соответствующих

- траекториях глобальных выбросов парниковых газов в контексте усиления глобального реагирования на угрозу изменения климата, устойчивого развития и усилий по искоренению нищеты (СД15). / МГЭИК, 2019. — 32 с. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_ru.pdf
40. МГЭИК. Изменение климата, 2014 г. Обобщающий доклад. Резюме для политиков (на русском) / МГЭИК, 2014. — 33 с. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM_ru.pdf
41. МГЭИК. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад. Резюме для политиков (на русском) / МГЭИК, 2013. — 34 с. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SPM_brochure_ru.pdf
42. МГЭИК. Изменение климата, 2014 г. Воздействия, адаптация и уязвимость. Вклад Рабочей группы II в Пятый оценочный доклад. Резюме для политиков (на русском) / МГЭИК, 2014. — 40 с. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_ru-1.pdf
43. МГЭИК. Изменение климата, 2014 г. Смягчение воздействий на изменение климата. Вклад Рабочей группы III в Пятый оценочный доклад. Резюме для политиков (на русском) / МГЭИК, 2014. — 44 с. Режим доступа: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG3AR5_SPM_brochure_ru-1.pdf
44. Водородная экономика — путь к низкоуглеродному развитию. / Митрова Т.А., Мельников Ю.В., Чугунов Д.А. Московская школа управления СКОЛКОВО, июнь 2019. — Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Hydrogen-economy_Rus.pdf
45. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: оценка рисков и эколого-экономических последствий деградации земель. Адаптивные системы и технологии рационального природопользования (сельское и лесное хозяйство)» / Под ред. А.И. Бедрицкого. Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, ГЕОС, 2018
46. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» (под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева). Том 2. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. 476 с.

47. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом/ Росгидромет. М., 2019.
48. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом/ Росгидромет. М., 2018.
49. Пискулова Н.А., Костюнина Г.М., Абрамова А.В. Климатическая политика основных торговых партнеров России и ее влияние на экспорт ряда российских регионов — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013 г. — 223 с.
50. Прогноз развития энергетики мира и России 2019/ под ред. А.А. Макарова, Т.А. Митровой, В.А. Кулагина. ИНЭИ РАН–Московская школа управления СКОЛКОВО — Москва, 2019.
51. Потребности и пути развития мониторинга адаптации / Романовская А.А., ПЭММЭ, Том XXIX, № 1, 2018. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-107-126
52. К концепции государственного управления и мониторинга в сфере изменения климата в России / Романовская А.А., ПЭММЭ, Том XXXI, № 3-4, 2019. DOI: 10.21513/0207-2564-2019-3-61-83.
53. Сравнение прогнозов выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика» России на 2010-2060 гг. / И.А. Башмаков, А.Д. Мышак // Проблемы прогнозирования. 2014. №1 (142).
54. Юлкин М.А. Низкоуглеродное развитие: от теории к практике / М. А. Юлкин. — М., 2018. — 80 с.
55. Юлкин М.А. Энергетика и климат / Сланцевая революция и глобальный энергетический переход. Под ред. Н. А. Иванова. — М.; СПб: Нестор-История, 2018. — с. 451-465.

При поддержке:



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety

of the Federal Republic of Germany

Эта публикация подготовлена при финансовой поддержке EU Partnership Instrumenta Министерства экологии, сохранения природы и ядерной безопасности ФРГ (BMU) в контексте Международной климатической инициативы (IKI). Содержание этой публикации находится в исключительной ответственности Московской школы управления СКОЛКОВО и необязательно отражает мнение и взгляды финансирующей стороны.

Авторские права и предупреждение об ограниченной ответственности

Авторские права на все материалы, опубликованные в данном исследовании, за исключением особо оговоренных случаев, принадлежат Московской школе управления СКОЛКОВО. Незаконное копирование и распространение информации, защищенной авторским правом, преследуется по Закону. Все материалы, представленные в настоящем документе, носят исключительно информационный характер и являются исключительно частным суждением авторов и не могут рассматриваться как предложение или рекомендация к совершению каких-либо действий. Московская школа управления СКОЛКОВО не несет ответственности за любые потери, убытки либо другие неблагоприятные последствия, произошедшие в результате использования информации, содержащейся в настоящей публикации, за прямой или косвенный ущерб, наступивший вследствие использования данной информации, а также за достоверность информации, полученной из внешних источников. Любое использование материалов публикации допускается только при оформлении надлежащей ссылки на данную публикацию.

©2020 Московская школа управления СКОЛКОВО. Все права защищены. Разрешено для использования Европейским союзом, Министерством экологии, сохранения природы и ядерной безопасности ФРГ (BMU) и Немецкой корпорацией международного сотрудничества (GIZ).

Московская школа управления СКОЛКОВО —

одна из ведущих частных бизнес-школ России и СНГ, основанная в 2006 году по инициативе делового сообщества. В состав партнеров-учредителей школы входят 10 российских и международных компаний и 11 частных лиц, лидеров российского бизнеса. Линейка образовательных продуктов Московской школы управления СКОЛКОВО включает программы для бизнеса на всех стадиях его развития – от стартапа до крупной корпорации, выходящей на международные рынки.

Все образовательные программы бизнес-школы построены по принципу «обучение через действие» и включают в себя теоретические блоки, практические задания, проектную работу и международные модули. С 2006 года бизнес-школа СКОЛКОВО проводит корпоративные программы, направленные на развитие индивидуальных управленческих компетенций и решение бизнес-задач компаний. В 2008 году состоялся запуск программы СКОЛКОВО Executive MBA для руководителей высшего звена и собственников бизнеса. В 2009 году стартовала программа СКОЛКОВО MBA. В 2012 году запущена Стартап Академия СКОЛКОВО – программа для молодых предпринимателей. В июне 2013 года была открыта программа для руководителей среднего бизнеса – СКОЛКОВО Практикум для директоров.

Бизнес-школа СКОЛКОВО также является центром экспертизы и притяжения для тех, кто делает ставку на Россию и работу на рынках с быстро меняющейся экономикой. В бизнес-школе работают пять исследовательских центров, которые занимаются изучением наиболее актуальных проблем различных отраслей, осуществляют консалтинговые услуги, предлагают образовательные программы, а также способствуют формированию образовательной повестки школы в целом.

Московская школа управления СКОЛКОВО
Новая ул., д.100, Сколково, Одинцовский район,
Московская область, Россия, 143025
Тел.: +7 495 539 30 03
Факс: +7 495 994 46 68
E-mail: Info@skolkovo.ru
Website: www.skolkovo.ru

Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО

фокусируется на исследованиях и распространении знаний в сфере энергетики, организации энергетического диалога между российскими и зарубежными органами власти, лидерами энергетического бизнеса и экспертного сообщества, а также на разработке рекомендаций для сбалансированной государственной политики в энергетическом секторе развивающихся стран.

Партнеры Центра – ведущие российские и международные нефтегазовые, угольные и тепло-энергетические компании. Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО также сотрудничает с мировыми энергетическими центрами экспертизы, такими как:

Международное Энергетическое Агентство, Oxford Institute for Energy Studies (OIES), King`s Abdulla Petroleum Research Center (KAPSARC), Center for Global Energy Policy (University of Columbia), Energy Academy Europe (EAE), University of Singapore, Institute of Energy Economics of Japan (IEEJ) и другими.

